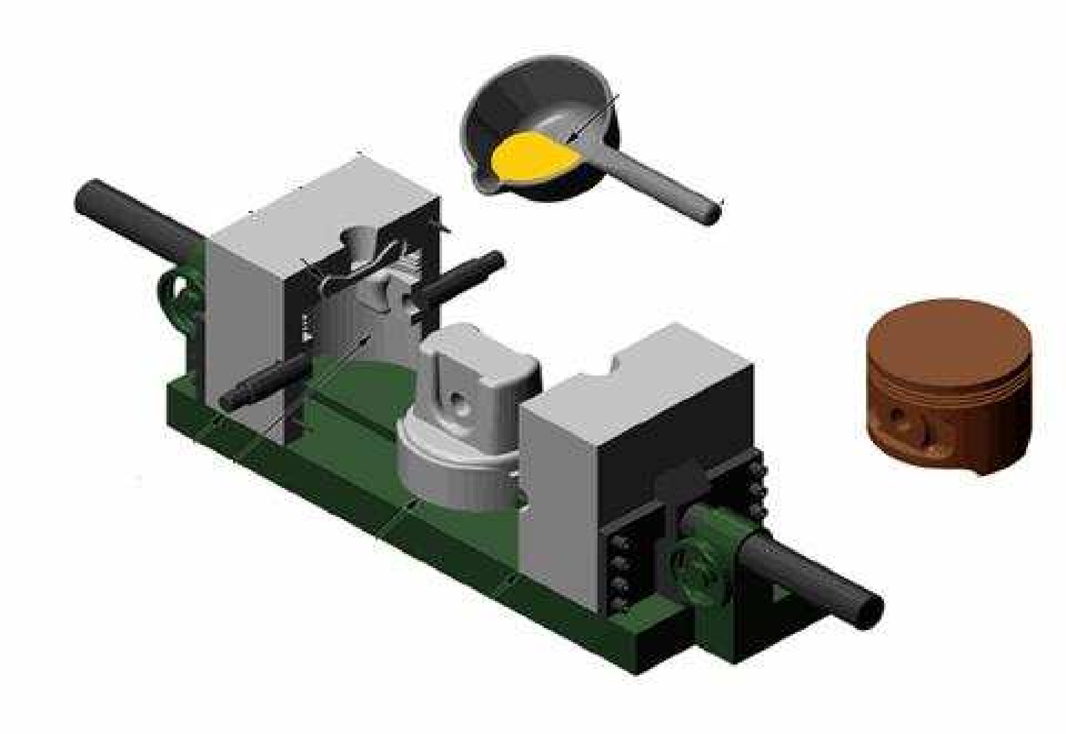
جمهورية مصر العربية
وزارة التربية والتعليم
قطاع الكتاب

تكنولوجيا السباكة

للمدارس الثانوية الصناعية نظام الثلاث سنوات

الصف الثالث

تخصص السباكة والنماذج



للطلب اتصل: ١٨٠٠,٠٠٠,٠٠٠٠

جدول المحتويات

فئة المنتج أو الخدمة ١
فئة المنتج أو الخدمة ٢
فئة المنتج أو الخدمة ٣
فئة المنتج أو الخدمة ٤
فئة المنتج أو الخدمة ٥
فئة المنتج أو الخدمة ٦
فئة المنتج أو الخدمة ٧
فئة المنتج أو الخدمة ٨
فئة المنتج أو الخدمة ٩
فئة المنتج أو الخدمة ١٠
فئة المنتج أو الخدمة ١١
فئة المنتج أو الخدمة ١٢
فئة المنتج أو الخدمة ١٣
فئة المنتج أو الخدمة ١٤
فئة المنتج أو الخدمة ١٥

عنوان أساسي

عنوان ثانوي

الهدف من الكتالوج هو بيع المنتجات أو الخدمات إلى جمهور معيّن، أو الإعلان عن أحداث أو دروس قادمة. وباستطاعة الكتالوجات أن تكون طريقة جيدة لتسويق المنتجات أو الخدمات، وكذلك بناء هوية المؤسسة.

عنوان ثانوي

في البداية، حدّد جمهور الكتالوج. فباستطاعة هذا الجمهور أن يكون أي شخص قد يستفيد من المنتجات أو الخدمات التي يحتوي عليها الكتالوج. وفي المرحلة التالية، حدّد فترة الوقت ومقدار المال الذي تستطيع تخصيصه للكتالوج. فستساعد هذه العوامل على تحديد طول الكتالوج وعدد مرات نشره. ومن المستحسن أن تنشر الكتالوج بشكل ربع سنوي على الأقل بحيث يمكن اعتباره مصدراً ثابتاً للمعلومات. وسيتوق زبائنك أو موظفوك إلى وصوله.

خذ بعين الاعتبار أيضاً كيفية طباعة الكتالوج. فيمكنك طباعته بواسطة طابعة مكتبية، أو في متجر للطباعة، أو مطبعة تجارية. وبالإضافة إلى ميزانيتك، فسيساعدك مدى تعقيد المنشور، بما في ذلك إذا كنت ستطبعه بالأبيض والأسود أم بالألوان، على تحديد أفضل الطرق لطباعته.

قبل طباعة الكتالوج، حدّد كيفية توثيق الصفحات. فعدد الصفحات، وكيفية استخدام القارئ للكتالوج، وإمكان إرساله بالبريد من الأمور التي تساعدك على تحديد نوع التوثيق. على سبيل المثال، إذا كان لديك فقط بضع صفحات وكان الكتالوج معدّاً للاقتناء، فيمكنك طي الصفحات وخرزها من الجهة الخلفية. الكتالوجات الأكبر حجماً والمعدّة للطي المنبسط أكثر ما يناسبها التجليد البلاستيكي مع ثقوب مخرّمة، فيما تكون المعالجة المثلى للمنشورات الأكبر حجماً المعدّة للاقتناء ككتاب هي تصميغ الصفحات، أو "التوثيق الكامل."

عرض مجاني

السعر: $٠٠,٠٠
رقم الطلب: ٠٠٠٠٠٠
النوع: النوع

اسم المنتج أو الخدمة

تقديم وصف للمنتج، أو الخدمة، أو الحدث هنا. تضمين وصف موجز وأية ميزات.

اسم المنتج أو الخدمة

تقديم وصف للمنتج، أو الخدمة، أو الحدث هنا. تضمين وصف موجز وأية ميزات.

السعر: $٠٠,٠٠
رقم الطلب: ٠٠٠٠٠٠
النوع: النوع

اسم المنتج أو الخدمة

تقديم وصف للمنتج، أو الخدمة، أو الحدث هنا. تضمين وصف موجز وأية ميزات.

السعر: $٠٠,٠٠
رقم الطلب: ٠٠٠٠٠٠
النوع: النوع

اسم المنتج أو الخدمة

تقديم وصف للمنتج، أو الخدمة، أو الحدث هنا. تضمين وصف موجز وأية ميزات.

السعر: $٠٠,٠٠
رقم الطلب: ٠٠٠٠٠٠
النوع: النوع

اسم المنتج أو الخدمة

تقديم وصف للمنتج، أو الخدمة، أو الحدث هنا. تضمين وصف موجز وأية ميزات.

السعر: $٠٠,٠٠
رقم الطلب: ٠٠٠٠٠٠
النوع: النوع

اسم المنتج أو الخدمة

تقديم وصف للمنتج، أو الخدمة، أو الحدث هنا. تضمين وصف موجز وأية ميزات.

السعر: $٠٠,٠٠
رقم الطلب: ٠٠٠٠٠٠
النوع: النوع

اسم المنتج أو الخدمة

تقديم وصف للمنتج، أو الخدمة، أو الحدث هنا. تضمين وصف موجز وأية ميزات.

السعر: $٠٠,٠٠
رقم الطلب: ٠٠٠٠٠٠
النوع: النوع

اسم المنتج أو الخدمة

تقديم وصف للمنتج، أو الخدمة، أو الحدث هنا. تضمين وصف موجز وأية ميزات.

السعر: $٠٠,٠٠
رقم الطلب: ٠٠٠٠٠٠
النوع: النوع

اسم المنتج أو الخدمة

تقديم وصف للمنتج، أو الخدمة، أو الحدث هنا. تضمين وصف موجز وأية ميزات.

السعر: $٠٠,٠٠
رقم الطلب: ٠٠٠٠٠٠
النوع: النوع

اسم المنتج أو الخدمة

تقديم وصف للمنتج، أو الخدمة، أو الحدث هنا. تضمين وصف موجز وأية ميزات.

السعر: $٠٠,٠٠
رقم الطلب: ٠٠٠٠٠٠
النوع: النوع

اسم المنتج أو الخدمة

تقديم وصف للمنتج، أو الخدمة، أو الحدث هنا. تضمين وصف موجز وأية ميزات.

السعر: $٠٠,٠٠
رقم الطلب: ٠٠٠٠٠٠
النوع: النوع

اسم المنتج أو الخدمة

تقديم وصف للمنتج، أو الخدمة، أو الحدث هنا. تضمين وصف موجز وأية ميزات.

السعر: $٠٠,٠٠
رقم الطلب: ٠٠٠٠٠٠
النوع: النوع

اسم المنتج أو الخدمة

تقديم وصف للمنتج، أو الخدمة، أو الحدث هنا. تضمين وصف موجز وأية ميزات.

السعر: $٠٠,٠٠
رقم الطلب: ٠٠٠٠٠٠
النوع: النوع

المؤسسة

عنوان العمل الرئيسي
سطر العنوان ٢
سطر العنوان ٣
سطر العنوان ٤

هاتف: ٥٥٥-٥٥٥-٥٥٥٥
فاكس: ٥٥٥-٥٥٥-٥٥٥٥
بريد إلكتروني: someone@example.com

مقدمة

بسم الله الرحمن الرحيم

يهدف هذا الكتاب الى تقديم المعلومات الاساسية فى مجال تكنولوجيا سباكة المعادن لطلاب السنة الدراسية اثالثة بالمدارس الثانوية الصناعية نظام السنوات الثلاث . وتعد محتوياتة بمثابة خطوة اولى للدراسين فى المجالات الهندسية والتكنولوجيبة وهى تخدم بصورة دقيقة القائمين بتدريس هذة المادة.

وتعتبر السباكة احدى عمليات تشكيل المعادن . ويستخدم التشكيل بالسباكة اذا كان الشكل الهندسى للمشغولات معقدة وبة تجاويف داخلية وخارجية كالمشغوات المزدوجة الجدران او ذوات الزعانف الكبيرة ولا يتير صناتها بالطرق الاخرى او اذا كانت هذة الطرق غير اقتصادية .
ولما كان اسلوب السباكة يمكن ان يعطى الشكل النهائى للمشغول المراد انتاجة فى حدووددقة بعدية ضيقة الى حد ما ، وبالتالى فان الاقد فى عمليات التشغيل التالية تكون قليلة . لذلك اوجزنا فى اشرح لبعض لما هو متاح فى ورش سباكةالمعادن وكذلك التدريبات العملية البسيطة .

وقد كانت السباكة طوال حبة طويلة من الزمن تعتمد اعتمادا يكاد يكون كليا على العمل اليدوى الا انة خلال بضعغشرات السنين الاخيرةفقد امكن اجراؤها بالوسائل الميكانيكية بدرجةمتزايدة وبكفاءة اعلى وقد اكتشف اثناء تطور فن اسباكة عدد من الاساليب الحديثة منها طريقة الصب مع التبريد المفاجىء وطريقة الماء الزجاجى وثانى اكسيد الكربونوطريقة الصب بالضغط وطريقة الشمع المفقود والقوالب الدائمةالخ.
نرجو ان يكون ها الكتاب وافيا باحتياجات الكوادر التدريسية والطلاب الدارين فى مجال سباكة المعادن وان يحوز على قبولهم .

والله ولى التوفيق ...،

المؤلفون

وزارة التربية والتعليم
قطاع التعليم الفنى
الادارة العامة للتعليم الصناعى

المنهج الدراسى للمدارس الثانوية الصناعية نظام السنوات الثلاث
شعبة : ميكانيكا
الصف: الثالث التخصص : السباكة والنماذج
المادة: تكنولوجيا السباكة عدد الحصص : (حصتين نظرى + حصة معمل + ٧ حصص عملى) اسبوعيا

اولا منهج تكنولوجيا السباكة النظرى

الباب الاول : افران صهر الزهر.

(١-١): افران صهر الزهر.

(١-٢) : استخلاص الحديد وفكرة موجزة عن افران الدست (الكوبلا).

(١-٣) : مجالات استخدام فرن الدست والاجزاء الاساسية لة ومناطقة المختلفة

(١-٤) : انواع افران الدست.

(١-٥) : ملحقات فرن الدست.

(١-٦) : مكونات شحنة فرن الدست .

(١-٧) : بعض المتاعب الرئيسية فى تشغيل فرن الدست وكيفية تلافيها.

(١-٨) : صيانة فرن الدست.

الباب الثانى : السباكة بالقوالب المعدنية .

(٢-١) : المعادن التى تسبك بهذة الطريقة.

(٢-٢) : اجزاء القالب – مزايا طريقة القالب المعدنى.

(٢-٣): طريقة سباكة القوالب المعدنية بالضغط.

(٢-٤) : ماكينات السباكة بالقوالب المعدنية.

(٢-٥): السباكة بالقوى الطاردة المركزية.

الباب الثالث : حساب نسب عناصر شحنة المسبوك.

(٣-١): لانتاج مسبوكات من الالمنيوم وسبائكة.

(٣-٢): لانتاج مسبوكات من النحاس وسبائكة.

(٣-٣) :لانتاج مسبوكات من الزهر

(٣-٤) :لانتاج مسبوكات من الصلب الكربونى والسبائكى.

الباب الرابع : حساب فتحات الصب والمغذيات .

(٤-١) :حساب فتحة الصب.

(٤-٢) :الشكل الهندسى لمكونات نظام الصب.

(٤-٣) :الشكل الهندس للمغذيات وتحديد مواصفاتها .

(٤-٤) :المبردات .

ثانيا منهج تكنولوجيا السباكة المعمل

التجربة الاولى : اختبارات الكشف عن عيوب المسبوكات .

التجربة الثانية : الفحص النظرى وقياس الابعاد .

التجربة الثالثة : الاختبارات الميكانيكية :

" الاختبارات الاتلافية " (اختبارات الصلادة – اختبارات الشد)

التجربة الرابعة : اختبارات البنية المجهرية .

التجربة الخامسة : اختبارات بالموجات فوق الصوتية .

التجربة السادسة : اختبارات باشعة x واشعة جاما .

التجربة السابعة : الاختبارات المغناطيسية.

ثالثا : منهج تكنولوجيا السباكة العملى .

- التمرين الاول : سبك ترس عدل .
- التمرين الثانى : سبك كرسى محور بسيط.
- التمرين الثالث : سبك ذراع توصيل .
- التمرين الرابع : سبك فك منجلة .
- التمرين الخامس : سبك محبس مياة

جمهورية مصر العربية

وزارة التربية والتعليم

قطاع الكتاب

تكنولوجيا السباكة

للمدارس الثانوية الصناعية نظام الثلاث سنوات

تخصص السباكة والنماذج

الصف الثالث

تـــأليف

مهندس

السيد حسين عبد الحميد

موجه عام ميكانيكا علمي

الإدارة العامة للتعليم الصناعي

الأستاذ

فوزي احمد محمد عبد العال

موجه عام ميكانيكا عملى

الإدارة العامة للتعليم الصناعي

مراجعـــــة

دكتور/ حماد توفيق المتولي

كلية التعليم الصناعي

بني سويف

بسم الله الرحمن الرحيم

﴿ وَمَا أُوتِيتُم مِّنَ الْعِلْمِ إِلَّا قَلِيلًا ﴾

صدق الله العظيم

مقدمـــــــة

بسم الله الرحمن الرحيم

يهدف هذا الكتاب إلى تقديم المعلومات الأساسية فى مجال تكنولوجيا سباكة المعادن لطلاب السنة الدراسية الثالثة بالمدارس الثانوية الصناعية نظام السنوات الثلاث . وتعد محتوياتة بمثابة خطوة أولى للدراسين فى المجالات الهندسية والتكنولوجية وهى تخدم بصورة دقيقة القائمين بتدريس هذه المادة.

وتعتبر السباكة إحدى عمليات تشكيل المعادن – ويستخدم التشكيل بالسباكة إذا كان الشكل الهندسى للمشغولات معقد وبه تجاويف داخلية وخارجية كالمشغولات المزدوجة الجدران او ذوات الزعانف الكبيرة ولا يمكن صناعتها بالطرق الأخرى أو إذا كانت هذه الطرق غير أقتصادية .
ولما كان أسلوب السباكة يمكن أن يعطى الشكل النهائى للمشغولة المراد إنتاجها فى حدود دقة بعدية ضيقة إلى حد ما ، وبالتالى فإن الفقد فى عمليات التشغيل التالية تكون قليلة – لذلك أوجزنا فى شرح لبعض ماهو متاح فى ورش سباكة المعادن وكذلك التدريبات العملية البسيطة.

وقد كانت السباكة طوال حقبه طويله من الزمن تعتمد إعتماداً يكاد يكون كلياً على العمل اليدوى إلا أنه خلال بضع عشرات السنين الأخيرة فقد أمكن إجراؤها بالوسائل الميكانيكية بدرجة متزايدة وبكفاءة أعلى وقد أكتُشف أثناء تطور فن السباكة عَدد من الأساليب الحديثة منها طريقة الصب مع التبريد المفاجىء وطريقة الماء الزجاجى وثانى أكسيد الكربون وطريقة الصب بالضغط وطريقة الشمع المفقود والقوالب الدائمة.
نرجو أن يكون هذا الكتاب وافياً بإحتياجات الكوادر التدريسية والطلاب الدارسين فى مجال سباكة المعادن وأن يحوز على قبولهم.

والله ولى التوفيق ٠٠٠،

المؤلفان

وزارة التربية والتعليم
قطاع التعليم الفنى
الادارة العامة للتعليم الصناعى

المنهج الدراسى للمدارس الثانوية الصناعية نظام السنوات الثلاث
شعبة : ميكانيكا

الصف: الثالث التخصص : السباكة والنماذج
المادة: تكنولوجيا السباكة عدد الحصص : (حصتين نظرى + حصة معمل + ٧ حصص عملى) أسبوعيا

أولاً: المنهج النظرى

الباب الأول : أفران صهر الزهر

١-١ : أفران صهر الزهر.
١-٢ : إستخلاص الحديد وفكرة موجزه عن أفران الدست (الكوبلا).
١-٣ : مجالات أستخدام فرن الدست والأجزاء الأساسية له ومناطقه المختلفة.
١-٤ : أنواع أفران الدست.
١-٥ : ملحقات فرن الدست.
١-٦ : مكونات شحنة فرن الدست .
١-٧ : بعض المتاعب الرئيسية فى تشغيل فرن الدست وكيفية تلافيها.
١-٨ : صيانة فرن الدست.

الباب الثانى : السباكة بالقوالب المعدنية

٢-١ : المعادن التى تسبك بهذه الطريقة.
٢-٢ : أجزاء القالب – مزايا طريقة القالب المعدنى.
٢-٣ : طريقة سباكة القوالب المعدنية بالضغط.
٢-٤ : ماكينات السباكة بالقوالب المعدنية.
٢-٥ : السباكة بالقوة الطاردة المركزية.

المادة: تكنولوجيا السباكة الصف: الثالث التخصص : السباكة والنماذج

الباب الثالث: حساب نسب عناصر شحنة المسبوك

٣-١: لإنتاج مسبوكات من الألمنيوم وسبائكه.

٣-٢: لإنتاج مسبوكات من النحاس وسبائكه.

٣-٣ : لإنتاج مسبوكات من الزهر.

٣-٤ : لإنتاج مسبوكات من الصلب الكربونى والصلب السبائكى.

الباب الرابع : حساب فتحات الصب والمغذيات

٤-١: حساب فتحة الصب.

٤-٢ : الشكل الهندسى لمكونات نظام الصب.

٤-٣ : الشكل الهندسى للمغذيات وتحديد مواصفاتها.

٤-٤ : المبردات.

ثانياً: منهج المعمل

التجربة الاولى : إختبارات الكشف عن عيوب المسبوكات.

التجربة الثانية : الفحص النظرى وقياس الأبعاد.

التجربة الثالثة : الإختبارات الميكانيكية.

" الإختبارات الإتلافية " (إختبارات الصلادة –إختبارات الشد)

التجربة الرابعة : إختبارات البنية المجهريه.

التجربة الخامسة : إختبارات بالموجات فوق الصوتية.

التجربة السادسة : إختبارات باشعة x وأشعة جاما.

التجربة السابعة : الإختبارات المغناطيسية.

ثـالثاً: المنـهـج العملـــى

التمرين الاول : سبك ترس عدل.

التمرين الثانى : سبك كرسى محور بسيط.

التمرين الثالث : سبك ذراع توصيل.

التمرين الرابع : سبك فك منجله.

التمرين الخامس : سبك محبس مياه.

أولاً: المنهج النظرى

الباب الاول

أفران صهر الزهر

١-١ : أفران صهر الزهر.

١-٢ : إستخلاص الحديد وفكرة موجزه عن أفران الدست (الكوبلا).

١-٣ : مجالات أستخدام فرن الدست والأجزاء الأساسية له ومناطقه المختلفة.

١-٤ : أنواع أفران الدست.

١-٥ : ملحقات فرن الدست.

١-٦ : مكونات شحنة فرن الدست.

١-٧ : بعض المتاعب الرئيسية فى تشغيل فرن الدست وكيفية تلافيها.

١-٨ : صيانة فرن الدست.

١-١: أفران صهر الزهر

إن الغاية من صهر المعادن فى المسابك هى تحويلها من الحالة الصلبة الى الحالة السائلة ليسهل تكوين السبائك المعدنية بإضافة عناصرأخرى إليها أو تعديل خواصها كأن تعالج كميائيا (عملية إختزال الأكاسيد) لتلائم أغراض الإستخدام المختلفة أو ليصبح ممكناً تشكيلها بواسطة طرق السباكة المختلفة وتحويلها إلى منتجات قابلة الإستخدام.

ومن أهم الأفران التى تستخدم لصهر الزهر:

١- فرن الدست بأنواعه المختلفة

وهو من أشهر أنواع الأفران شيوعاً فى المسابك وخاصة مسابك الحديد الزهر حيث أنه يتميز بسعته الكبيرة ورخص تكلفة تشغيله وسوف نتناوله بالتفصيل فيما بعد- فرن الدست هو أقدم أنواع أفران صهر المعادن على الإطلاق،ويتكون فرن الدست من إسطوانه مبطنة بالطوب الحراري طولها(٦-١١متر) شبه دائريه مرتكزه على قاعدة من الحديد الزهر بأربعة أرجل من الصلب مفتوحاً من أعلى ومزود ببابين من أسفل لإدخال الفحم وفتحتين أحدهما لإخراج المعدن المنصهر والأخرى لإزالة الخبث- ويستخدم عادةً في صهر الحديد والمعادن الحديديه وتحتوي شحنة الفرن على المعدن المراد صهره بالإضافة إلى فحم الكوك(٨-١٦%) والحجر الجيري في شكل طبقات حيث تستقر طبقة الكوك في الأسفل ثم طبقة المعدن ثم الحجر الجيري من أعلى.

ويستخدم الهواء الذي يضخ من أسفل الفرن في اشعال الكوك - وتستخدم الحرارة المتولدة عن إحتراق فحم الكوك في صهر المعدن- بينما يستخدم الحجر الجيري ليتفاعل مع الشوائب الموجودة في المعدن مكوناً خبث يطفو على سطح المعدن بعد إتمام عملية الصهر ويمكن إزالته، كما تساعد تلك الطبقة من الخبث على حمايه المعدن من الأكسدة.

و يعد فرن الدست من أكثر الأفران تلويثا للبيئه حيث ينبعث منه غازي أول أكسيد الكربون ورابع أكسيد الكبريت، وللتغلب على ذلك فإن أفران الدست تكون عادة مجهزه بأنظمة تحكم في العادم لتحبس تلك الإنبعاثات وتمريرها على خزانات من المياه لتنقيه العادم أو عن طريق فلاتر.

٢ – أفران البواتق بأنواعها المختلفة

وهى تنقسم إلى نوعين (الأفران ذات البوتقة المنفصلة والأفران ذات البوتقة الثابتة)

الأفران ذات البوتقة المنفصلة:

وتحدد سعة هذه الأفران حسب حجم بوتقة الصهر وتصنع البواتق من خليط من الطفل والجرافيت او كربيد السيلكون.

والبواتق التى يمكن رفعها مفيدة بصفه خاصة بالنسبة لمرونتها فى العمليات الصغيرة وفى صهر عدد من السبائك وبعد تحضير المعدن المنصهر ترفع البوتقة بعيداً عن الفرن بإستعمال ماسك،وتوضع فى إطار ذوقضيب وحلقة وتقاس درجة الحرارة للمعدن ثم يصب المعدن مباشرةً من البوتقة.

الأفران ذات البوتقة الثابتة:

ويوجد منه نوعان الثابت والقلاب ويسهل إستخدام الفرن القلاب عن الثابت فى طريقة التحكم فى المعدن المنصهر حيث يتم فى الفرن القلاب صب المعدن فى بوتقة أخرى لإستخدامه فى عملية الصب أما فى الفرن الثابت يغرف المعدن من البوتقة لصبه والشكل التالى يوضح أحد أنواع أفران البوتقة القلاب.

فرن البوتقة القلاب

وتصنع هذه الإفران من ألواح إسطوانية من الصلب وتبطن من الداخل بالطوب الحرارى وتوضع بداخله البوتقة ويستخدم وقود السولار أو المازوت أو الغاز أو فحم الكوك (السحب الطبيعى).

٣- فرن الحث الكهربى

فى السنوات الأخيرة تم التوسع فى إستخدام أفران الحث الكهربى لصهر الحديد الزهر والسبائك الغير حديديه - ويتكون فرن الحث الكهربى من ملف ثانوى وملف إبتدائى وعند مرور التيار الكهربى فى الملف الإبتدائى الموجود حول الفرن فإن ضغط التيار ينخفض ويقابله إرتفاع فى شدة التيار وتتولد الحرارة نتيجة مقاومة المعدن لمرور التيار.

ويوجد منه نوعان:

١- فرن الحث منخفض الذبذبة.
٢- فرن الحث عالى الذبذبة.

والشكل التالى يوضح فرن الحث الكهربى

فرن الحث الكهربى

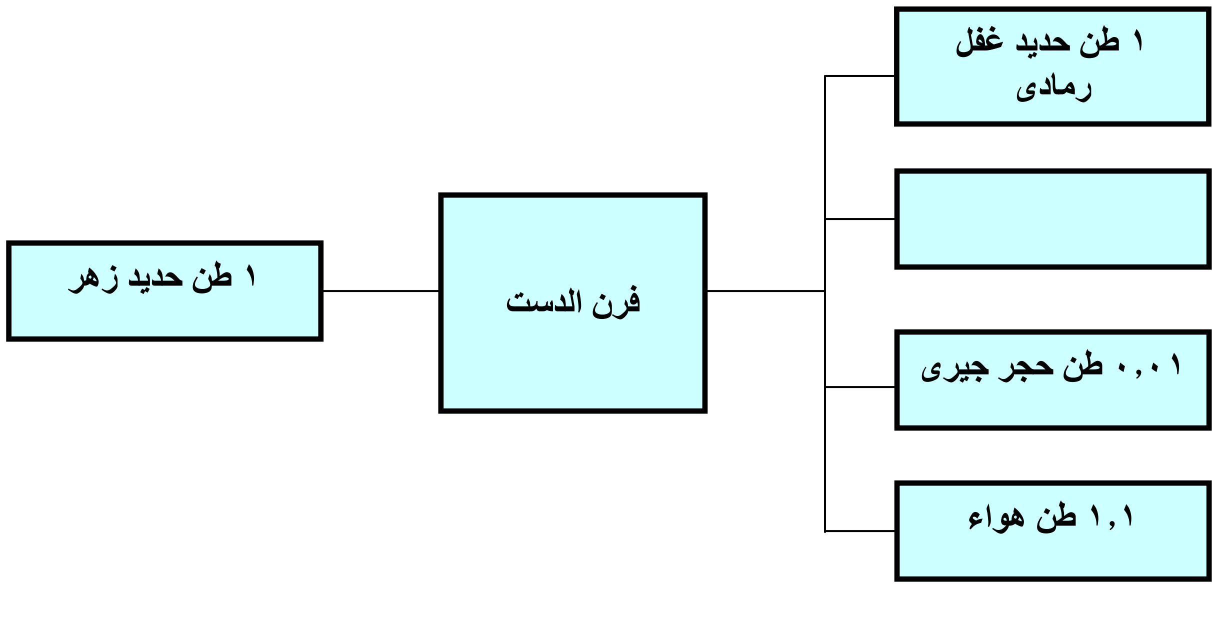
٤- أفران الطاقة الشمسية

وتختلف وسائل صهر المعادن فى المسابك بإختلا ف المسبوكات التى يتم إنتاجها حيث نجد فى مسابك الإنتاج الضخم أفران الحث الكهربى وأفران الدست كبيرة الحجم بأنواعها المختلفة.
بينما تستخدم المسابك ذات الإنتاج المتوسط أوالصغير أفران البوتقة (الثابت – المتحرك).
كما توجد عدة معايير يتم بناءاً عليها إختيار الفرن المناسب لعملية الصهر من أهمها:

١- الثمن الإبتدائى للفرن.
٢- نوع المعدن المراد صهره.
٣- درجة الحراره المطلوبة.
٤- إنتاجية الفرن.
٥- سهولة التشغيل.
٦- تكاليف إصلاح وصيانة الفرن.
٧- سرعة الصهر.

١-٣: إستخلاص الحديد وفكرة موجزه عن أفران الدست

يتم الحصول على الحديد الزهر بعد صهر خام الحديد (الغفل الرمادى) مع أجراء بعض عمليات الإختزال لعناصر السيلكون والمنجنيز والكبريت والفسفور داخل فرن الدست – وكما هو مبين بالشكل (١-١) شكل تخطيطى لإستخلاص الحديد.



شكل(١-١) طريقة إستخلاص الحديد الزهر

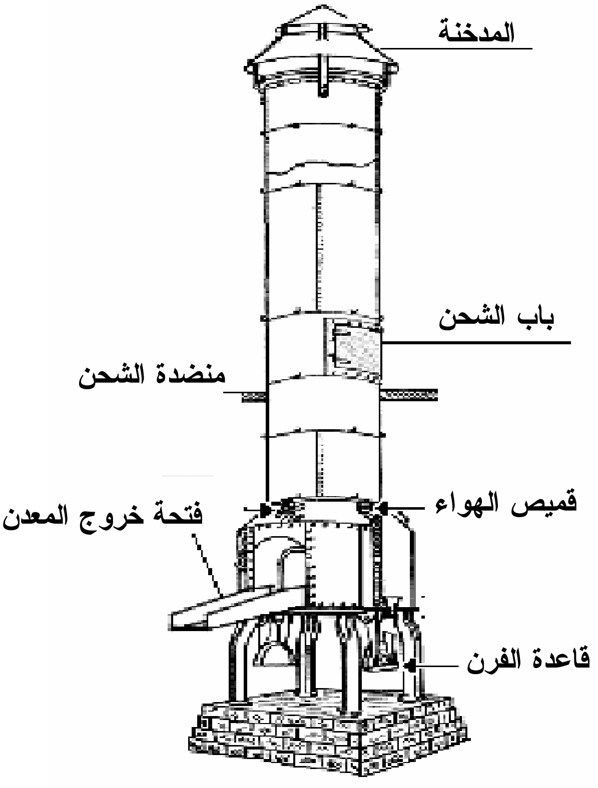
ويعد فرن الدست الأكثرإستخداماً فى إنتاج حديد الزهر حيث أنه يستخدم فى صهر ٨٠-٩٠% من الزهر المستخدم فى المسابك.

فقد تم أختراعه لدى الإنجليز عام ١٧٩٤م وتم تطويره على يد الأمريكان عام ١٨٢٠م ومنذ ذلك الحين أصبح فرن الدست تحت التطوير إلى أن أصبح أنسب الأفران لصهر الحديد الزهر بالرغم من وجود عدة أنواع من الأفران الأخرى إلا أنه الأكثر إستخداماً.

ويتميز فرن الدست عن الأفران الأخرى بالآتى:

١- أرخص أنواع الأفران.
٢- سهولة التشغيل والصيانة.
٣- يتحمل مدة تشغيل أكثر من أى فرن آخر.
٤- ذو جودة حرارية عالية نظراً لملامسة الحديد المنصهر للوقود داخل الفرن.
٥- ذو إنتاجية عالية.
٦- إنخفاض تكلفة صيانته مقارنةً بالأنواع الأخرى.
٧- إمكان التحكم المناسب فى درجة الحرارة للحصول على السيولة المناسبة للمصبوبات.

والشكل (١-٢) يبين أحد أنواع أفران الدست الأكثر شيوعاً وإستخداماً فى المسابك.



شكل(١-٢) فرن الدست

ويتكون فرن الدست من غلاف إسطوانى من ألواح الصلب المبرشم أو الملحوم التى يتراوح سمكها من ٥- ١٢مم ويتراوح طول الفرن من ٥-١٢متر وقطره الداخلى من ٧٠ - ٢٠٠ سم- ومبطن من الداخل بطبقة من الطوب الحرارى يتراوح سمكها من ١٨-٣٢ سم تبعد عن الغلاف مسافة ١٠-١٢مم تملأ إما بالرمل المقاوم للحرارة أو الورق الحرارى الأمنتيت للحفاظ على ألواح الصلب المصنوع منها الفرن والسماح بالتمدد الحرارى داخل الفرن أثناء عملية الصهر ويلاحظ أن تكون بطانة الفرن من النوع الحامضى، ومونة الحشو من النوع المقاوم للأحماض وذلك لإن التفاعل الكيميائى داخل الفرن من النوع الحامضى وليس القاعدى ويتكون الطوب الحرارى ومونة الحشو من حمض السيليسليك والألومينا والتيتانيا والجدول التالى يبين نسب خلط هذه العناصر.

المادة	النسبة المئوية
سيلكا	٥٢-٦٠
الموينا	٣١-٤٣
تيتانيا	١,٥ -٢,٥
أكاسيد مساعدة للصهر	٣-٦

جدول (١) مكونات الطوب الحرارى

وتقاوم البطانة الداخلية للفرن الحرارة العالية وتمتد إلى أعلى باب الشحن فقط كما تستبدل بين مدة وأخرى ببطانةً جديدةً حسب مرات الإستخدام وزمن التشغيل أو يعاد ترميمها.

ويستند غلاف الفرن الإسطوانى وبطانتة على قاعدة من ألواح الصلب السميك حيث يتراوح سمك القاعدة من (١٥-٣٠مم) حسب طول وإتساع إسطوانة الفرن.

وترتكز القاعدة على أربعة أعمدة من الصلب مثبتة فى أرضية المسبك وللفرن فتحات عديدة منها:

- فتحة الشحن.
- فتحة خروج المعدن المنصهر.
- فتحة خروج الخبث.
- فتحة دخول الهواء.
- فتحة الترميم.
- فتحة خروج الغازات (المدخنة).

جدير بالذكر إنه يتم تحديد حجم فرن الدست بأرقام من (صفر: ١٢) وهى تختلف فى الصفه الدالة على معدل الصهر والتى تتراوح بين (١- ٣٥) طن فى الساعة.

١-٣: مجالات إستخدام فرن الدست و الأجزاء الأساسية له ومناطقه المختلفة

١-٣-١: مجالات إستخدام فرن الدست

يستخدم فرن الدست على نطاق واسع فى صهر الحديد الزهر الرمادى أو الحديد الزهر الحبيبى (الكروى) وبعض أنواع الحديد الزهر الطرى كما يستخدم فى بعض الأحيان فى صهر بعض السبائك غير الحديديه التى يكون أساسها النحاس ويستخدم كذلك فى عمليات الصهر المزدوجة أو الثلاثية الغرض وذلك لإنتاج الصلب أو الحديد الزهر الطرى.

ففى عمليات الصهر المزدوج يستخدم نوعان من الأفران وفى العمليات الثلاثية تستخدم ثلاثة أفران وفى عملية الصهر المزدوج يستخدم فرن للصهر تكون تكاليف تشغيله منخفضة ثم ينقل المعدن إلى فرن آخر حيث تجرى عليه عملية تنقية لتحسين خواصة.
كما تزود المسابك الكبيرة بأنواع من أفران الدست ذات السعة الكبيرة للحصول على كمية كبيرة من المعدن فى مرة واحدة.

١-٣-٢: الأجزاء الأساسية لفرن الدست

من أهم أجزاء فرن الدست:

١- جسم الفرن

وهو عبارة عن أسطونة رأسية مصنوعة من ألواح الصلب وتبطن بالطوب الحرارى وبها عدة فتحات.

٢- البطانة

وهى عبارة عن غلاف حول جسم الفرن من الداخل للحفاظ عليه من درجات الحرارة العالية أثناء عملية الصهر ويراعى وضع الورق الحرارى (الامنيت) حول إسطوانة الفرن ملاصقة والتى يتراوح سمكها ما بين(١٠-١٢مم) وذلك للسماح للبطانة بالتمدد أثناء عملية الصهر.
وتتم عملية التبطين بإستخدام الطوب الحراى والكين الحرارى (مونة) ويستخدم الطوب المشطوف أفضل وذلك لسهولة إستدارته داخل إسطوانة الفرن.

٣-فتحة خروج المعدن

وهى أسفل إسطوانة الفرن أعلى قاع الفرن مباشرةً وتستخدم لإخراج المعدن المنصهر ويراعى سدها بالرمل الموجود بالمسبك أو الطمى أثناء عملية الصهر حتى لا يتسرب المعدن مما يؤدى لفقد المعدن أو تبريده مما يعيق فتحها مرة أخرى- ولا تفتح إلا بعد تجمع الحديد الزهر المنصهر فى منطقة تجميع المعدن.

٤- فتحة خروج الخبث (الجلخ)

وهى عبارة عن فتحة فى إسطوانة الفرن أعلى قليلاً من فتحة خروج المعدن حيث يتم سحب الخبث منها أثناء تجمع المعدن فى قاع الفرن حيث يطفو الجلخ على السطح مما يسهل سحبه حتى لايختلط بالمعدن ويسبب بعض العيوب.

٥-فتحة الشحن

وهى توجد أعلى أرضية الشحن وتستخدم لشحن الفرن بالخام والفحم ومساعدات الصهر وتكون مغلقة أثناء عملية الصهر للحفاظ على درجة حرارة الفرن وعدم تسرب الحرارة وهى فتحة عبارة عن باب من الصلب مبطن أيضا بالطوب الحرارى وله وصلة مفصلية لسهولة الفتح والغلق.

٦- المدخنة

وتوجد أعلى إسطوانة الفرن وتصنع أيضاً من الصلب ويكون قطرها أقل من قطر الفرن حيث تتصل بجسم الفرن عن طريق وصلة مخروطية الشكل قطرها الأكبر مثبت فى أعلى أسطوانة الفرن وقطرها الأصغر مثبت بالمدخنة وتستخدم لخروج الغازات المتصاعدة أثناء عملية الصهر

والتخلص منها بسهولة وتعمل أيضا على حماية المسبك من الشرر المتطاير أثناء عملية الصهر وتعمل أيضا على سحب الهواء إلى داخل الفرن مما يساعد على سرعة عملية الصهر.

٧- قميص الهواء

وهو عبارة عن إسطوانة من الصلب حول جسم الفرن متصلة بماسورة الهواء الوارد من المروحة وبه فتحات دخول للهواء إلى إسطوانة الفرن (الودنات) وذلك لضمان توزيع الهواء بإنتظام داخل إسطوانة الفرن أثناء عملية الصهر.
كما يوجد بقميص الهواء فتحات متغيرة (نظارات) لمراقبة المعدن أثناء عملية الصهر - جدير بالذكر أنه فى بعض الأفران يزود قميص الهواء بصمام الأمان ويوجد أسفل جسم القميص وبه سدادة من الرصاص وذلك لضمان عدم أرتفاع المعدن داخل إسطوانة الفرن مما يتسبب فى غلق فتحات الهواء وأيضاً لتفادى إندفاع المعدن بقوة أثناء خروجه من فتحة خروج المعدن.

٨-فتحة الترميم (القاع المتحرك)

وهى عبارة عن فتحة أسفل إسطوانة الفرن وتستخدم فى عمليات الصيانة والترميم للبطانة الداخلية للفرن حيث يدخل منها العمال لإنجاز بعض أعمال الصيانة أو تغيير البطانة وتستخدم أيضاً فى التخلص من زوائد وشوائب المعدن بعد الإنتهاء من عملية الصهر- والقاع المتحرك إما قطعة واحدة (دائرة) أو قطعتين (نصف دائرة) مثبتة بواسطة وصلة مفصلية بقاعدة الفرن ويتم التحكم فيها بواسطة مزلاج مثبت بالجهة الأخرى لقاعدة الفرن وذلك لضمان غلقها جيداً أثناء عملية الصهر وسهولة فتحها بعد عملية الصهر.

١-٣-٣: المناطق المختلفة لفرن الدست

أثناء عملية الصهر تمر الشحنة بخمسة مراحل حرارية مختلفة حتى تصل معدن منصهر عند فتحة الخروج وهى كالآتى:

١- منطقة التسخين

هذه المنطقة تبدأ من باب الشحن حتى منطقة الإنصهار وتكون شحنة الفرن مرصوصة فوق بعضها البعض (حديد زهر + كوك + مساعد صهر) فى هذه المنطقة تتصاعد الغازات القادمة

من مناطق الفرن الأخرى مثل ثانى أكسيد الكربون وأول أكسيد الكربون والنيتروچين لأعلى فتعمل على تسخين الشحنة تسخيناً مسبقاً وتكون درجة الحرارة فى هذه المنطقة من ٨٠٠-١١٠٠ درجة مئوية وذلك علاوة على السحب الطبيعى لمنطقة المدخنة التى تعلو هذه المنطقة مباشرة.

٢- منطقة الانصهار

وهى المنطقة الثانية مباشرةً لعملية التسخين وهى بطول ٨٠ سم تقريباً حيث ينصهر المعدن فى هذه المنطقة فى درجة حرارة حوالى ١٦٠٠ درجة مئوية وبذلك تصل درجة الحرارة إلى درجة حرارة الإنصهار فيبدأ الزهر فى الإنصهار وتنساب قطرات المعدن بين كتل الكوك المتوهجة وتنساب إلى القاع وفى منطقة الإنصهار يختزل ثانى أكسيد الكربون من منطقة الإحتراق بملامسة الفحم الملتهب ويتم التفاعل كالآتى:

حديد + أول أكسيد الكربون ⟵ كربيد حديد + ثانى أكسيد الكربون

٣- منطقة الإختزال

وتقع هذه المنطقة أسفل منطقة الصهر مباشرةً وأعلى منطقة الإحتراق وجو هذه المنطقة مختزل لذلك فهى تحمى الشحنة من الأكسدة ويتم إمتصاص الحرارة الناتجة عن التفاعل الكميائى فى هذه المنطقة والناتج من غاز ثانى أكسيد الكربون المتصاعد لأعلى ويكون التفاعل كالآتى:

ثانى أكسيد الكربون + كربون ⟵ أول أكسيد الكربون + حرارة

٤- منطقة الأكسدة

تقع هذه المنطقة فوق مستوى الودنات مباشرةً وعادةً يكون إرتفاعها من(١٥: ٣٠ سم)ويتم إستهلاك معظم الإكسجين الموجود فى الهواء بهذه المنطقة لإتمام عملية الإحتراق التى تحدث فى هذه المنطقة حيث تولد كميات كبيرة من الحرارة تتسرب إلى أعلى مارة بباقى أجزاء الفرن وتتولد كمية حرارة أضافية نتيجة أكسدة السيلكون والمنجنيز حيث تصل درجة الحرارة إلى ١٨٠٠ درجة مئوية – وتتم التفاعلات الكميائية فى هذه المنطقة كالآتى:

كربون +أكسچين ⟵ ثانى أكسيد الكربون + حرارة

منجنيز + أكسجين ⟵ أكسيد منجنيز + حرارة

سيليكون + أكسجين ⟵ أكسيد سيلكون + حرارة

٥-منطقة البوتقة

وتقع هذه المنطقة أسفل مستوى الودنات حتى قاع الدست حيث يتم تجميع المعـدن المنصهر داخل إسطوانة الفرن تمهيداً لفتح المجـرى الخـاص بخـروج المعـدن المنصهر ونقله إلى بوتقة الصب.

١-٤: انواع افران الدست

١- الدست ذو القاع الثابت.
٢- الدست ذو القاع المتحرك.
٣- الدست المزود بخزان للمعدن المنصهر.
٤- الدست ذو الهواء الساخن .
٥- الدست ذو الهواء المضاف إليه أكسجين نقى.
٦- الدست المزود بمسخن هواء.
٧- الدست ذو الهواء الثانوى.

وفيما يلى وصف مبسط لكل نوع من هذه الأفران:

١- الدست ذو القاع الثابت

وهذا النوع هو الأقدم فى صناعة الأفران التى تستعمل فى المسابك وفيه يكـون القـاع ثابـت ويحمل هذا الفرن على قاعدة مبنية أو على أعمدة من الصلب- **ويتميز هذا النوع بالآتى:**

- عدم وجود إحتمال خطر سقوط القاع مما يتسبب فى أصابة العمال أو إهدار كمية كبيرة من المعدن المنصهر.
- سهولة إعداد القاع وسرعة تجهيزه حيث أنه لايحتاج إلى كثير من الوقت والجهد فى تثبيت القاع وعمل البطانة اللازمة له قبل التشغيل والتسخين.

عيوبـه :

أ- صعوبة إخراج بقايا الشحنة بعد الإنتهاء من عملية الصهر حيث يلزم فـور الإنتهـاء مـن الصهر تفريغ الشحنة المتبقية من فحم الكوك وزهر الخردة حتى لاتحترق عن آخرها مـسببة خسارة فى كمية الفحم المتواجدة داخل إسطوانة الفرن بالإضافة إلى أحتراق البطانـة الدخليـة للفرن.

لذا يكون التفريغ للشحنة من فتحة خروج المعدن فى هذا الجو المرتفع الحرارة مما يسبب المتاعب للسباك نفسه.

ب – صعوبة الترميم خاصة عقب عملية الصهر التى قد تستغرق فترة طويلة تتسبب فى تآكل جزء من البطانه الحرارية للفرن والتى تحتاج إلى ترميم جزئى وكذلك إزالة المخلفات الملتصقة بطوب البطانه من جلخ عقب كل عملية صهر.

وشكل (١-٣) يبين قطاع رأسيا لأحد أنواع الدست ذو القاع الثابت.

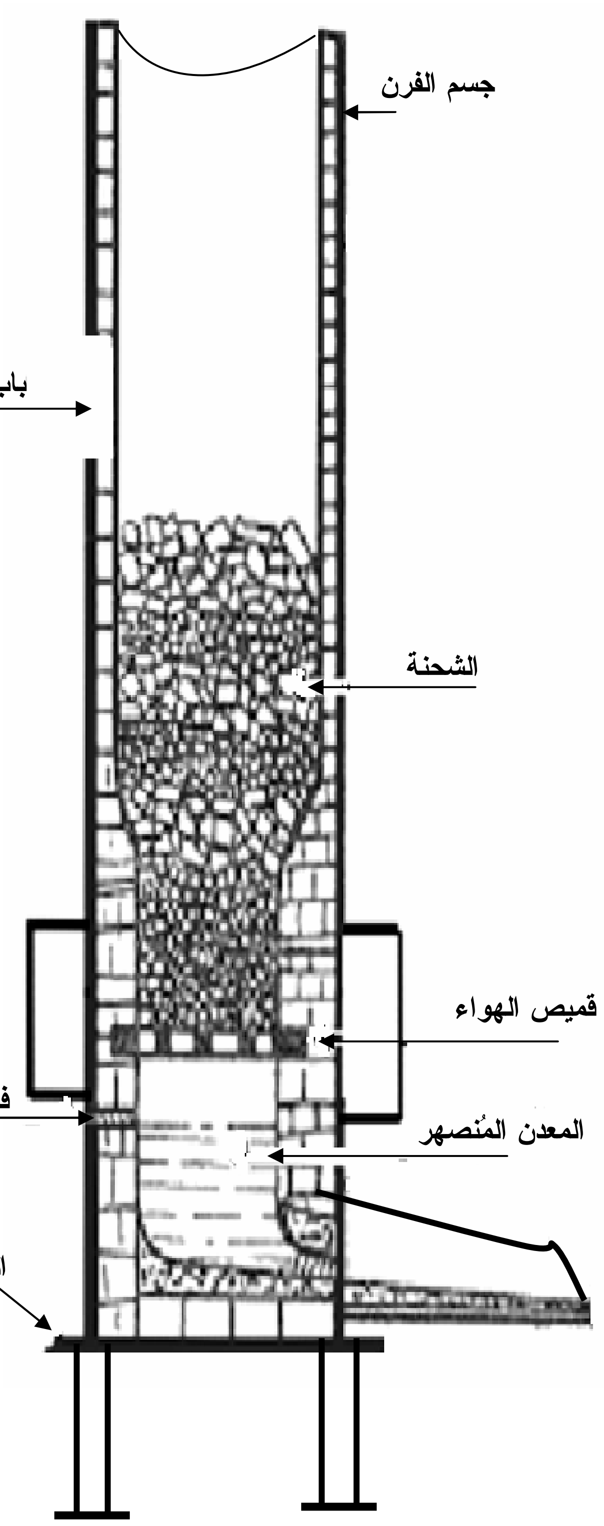
٢- الدست ذو القاع المتحرك

يتكون الدست عادةً من أسطوانة من ألواح الصلب أو الحديد ويقوم على قاعدة معدنية وهو يشبه إلى حد ما فرن الدست الثابت إلا أن الإختلاف هنا هو القاع المتحرك.

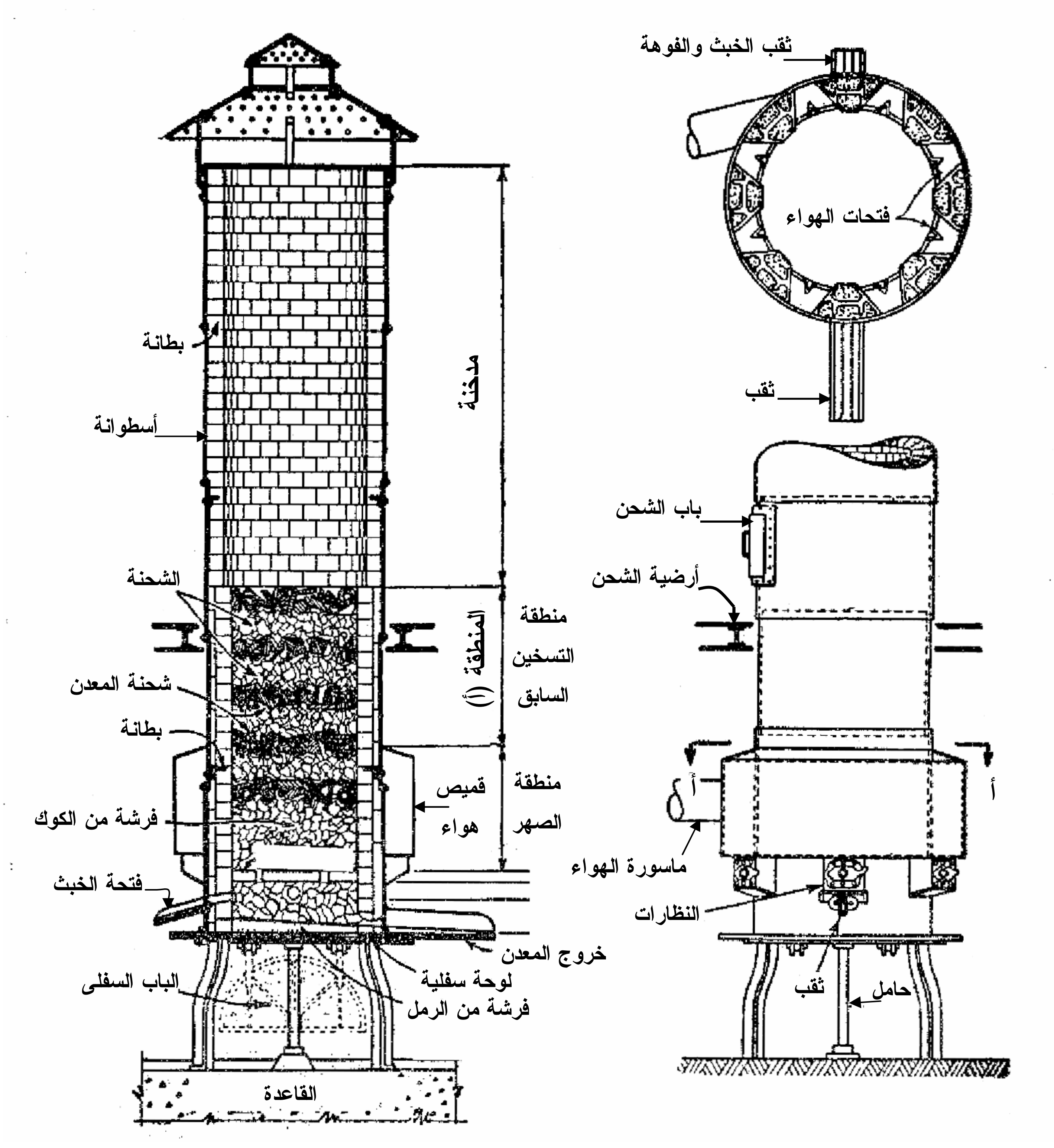
ويعتبر الدست ذو القاع المتحرك من الأنواع الحديثة والمتطورة ويصنع بقطر داخلى يتراوح بين (٧٠ – ٢٠٠ سم) وهو مزود بصندرة لعمليات الشحن بمستوى فتحة التسخين ومثبت أعلى أسطوانة الدست.

ويصمم هذا النوع على أساس أن يكون الإرتفاع ثلاثة أضعاف ونصف القطر وتعتبر المنطقة الواقعة أسفل باب الشحن أهم مناطق الدست أما المنطقة التى تعلوها عادةً لتصريف الغازات.

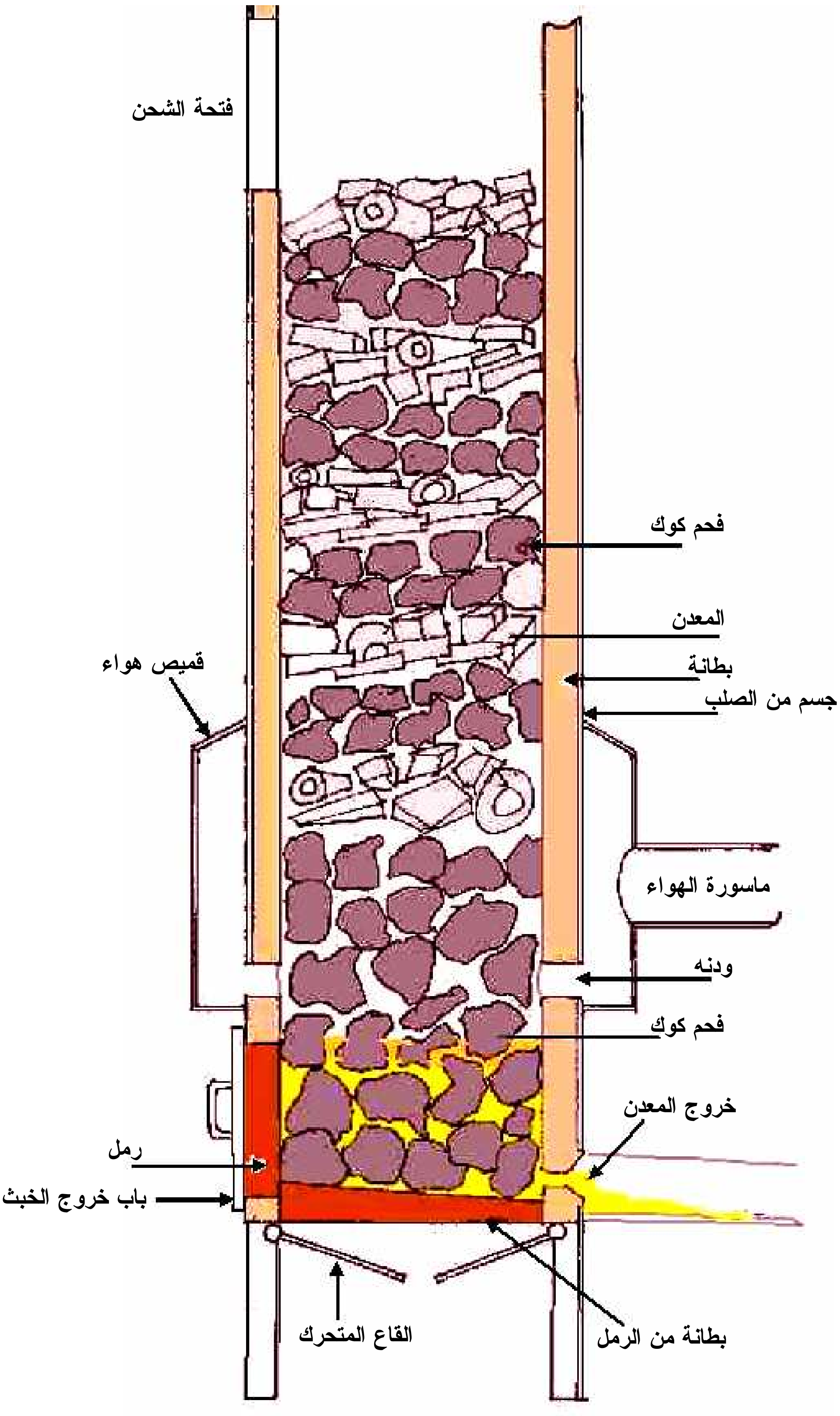
والإتجاه الحديث فى تصميم الدست يميل إلى زيادة المسافة بين الودنات وباب الشحن إذ يساعد هذا الإجراء على إنتظام الصهر مع الإقتصاد فى الوقود المستخدم.



شكل (١ – ٣) فرن الدست ذو القاع الثابت



شكل (١-٤) فرن الدست ذو القاع المتحرك



شكل (١ – ٥) فرن الدست ذو القاع المتحرك مبين به الشحنة

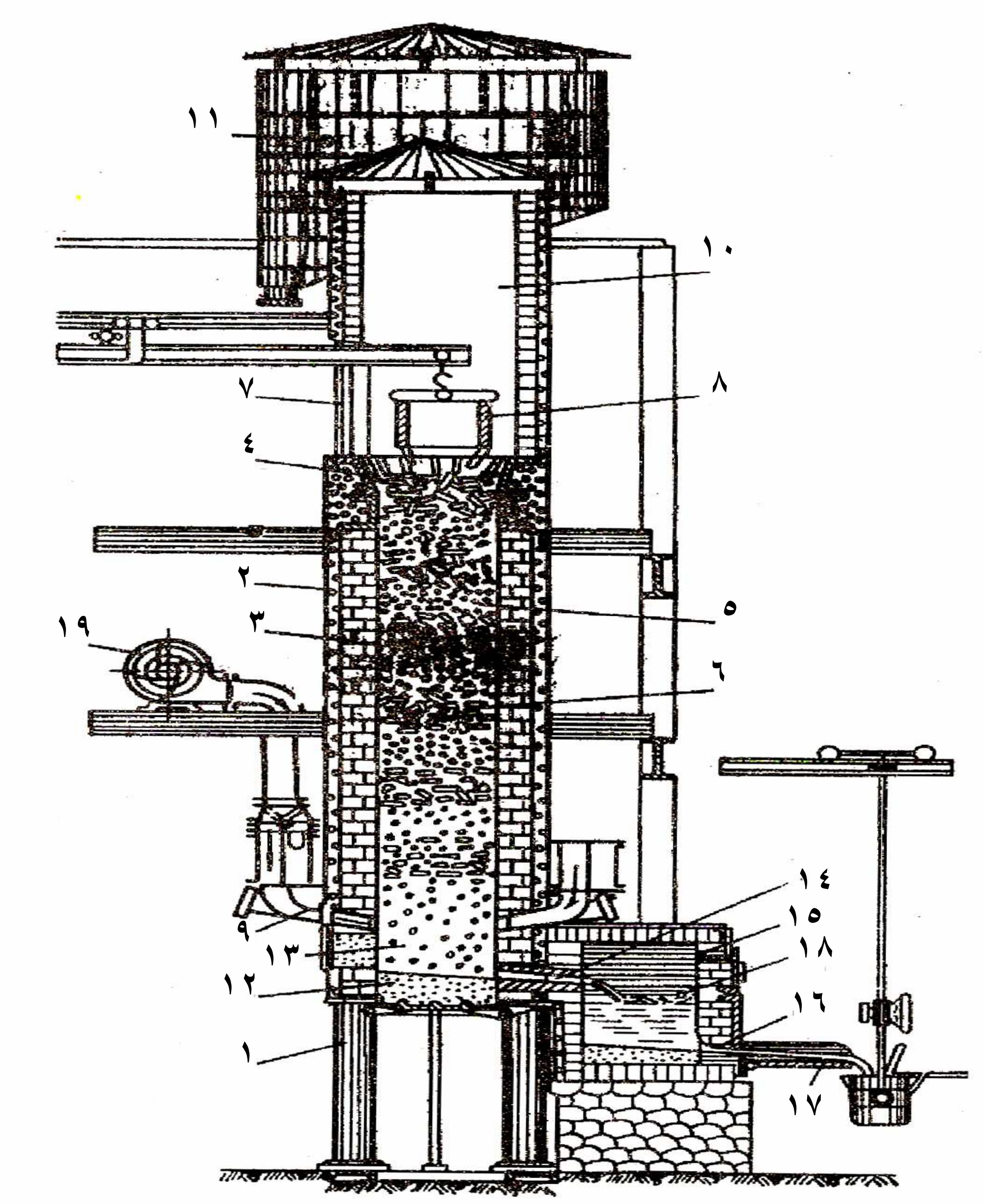
فى المسابك الكبيرة التى تنتج مسبوكات كبيرة الحجم يتم تجهيزها بفرن الدست المتصل بالخزان للحصول على مقدار مناسب من المعدن المنصهر يمكن إستخدامه دفعة واحده لسبك قطعه واحده ذات حجم كبير أكثر من ٥٠٠ كيلو جرام تفادياً لتقطع الصب فى الأحجام الكبيرة للمسبوكات حيث أنه ينتج عن تقطع الصب عيوب عديدة.

والشكل رقم (١-٦) يبين قطاعاً رأسيا لأحد أفران الدست ذو الخزان وموضحاً عليه أجزاؤه الرئيسية.

والخزان عبارة عن إسطوانة مقفله مصنوعة من ألواح الصلب ومبطنه من الداخل بالطوب الحرارى وتتصل بالدست بواسطة قناة مائلة وفتحة خروج المعدن أسفل سطح الخزان- كما يوجد به أيضاً فتحة لخروج الجلخ (الخبث) أعلى قليلاً من مستوى فتحة خروج المعدن ويتصل الدست بالخران بماسورة يمرر فيها غازات الإحتراق الساخنة المسحوبة من الدست لكى يحتفظ الخزان بدرجة حرارة مرتفعة تكفى لكى يظل المعدن منصهراً.

ويصنع هذا الدست إما بقاع ثابت أو متحرك ويحاط الدست بقميص الهواء ومتصل بماسورة الهواء القادم إلى الفرن من المروحة ويراعى أن تكون فتحات دخول الهواء إلى الفرن (الودنات) على صفين أو ثلاثة صفوف لضمان توزيع الهواء داخل إسطوانة الفرن.

ويراعى أيضاً وجود فتحات حول قميص الهواء من الخارج وتسمى نظارات ولها باب صغير من الميكا الشفافه لمراقبة المعدن داخل إسطوانة الفرن وتستخدم أيضاً فى إزالة السدادات إذا سقط بها فحم الكوك أثناء عملية التشغيل للفرن خاصة إذا ما أستخدم لفترة طويلة.



شكل (١ – ٦) فرن الدست ذو الخزان

– مكونات فرن الدست ذو الخزان:

١- القاعدة	٢- جسم الفرن	٣ - طوب حرارى
٤- قميص من الحديد الزهر	٥- فحم الكوك	٦ - المعدن
٧- فتحة الشحن	٨- صندوق الشحن	٩ - فتحات دخول الهواء
١٠- المدخنة	١١- حاجز الشرر	١٢- رمال القاع
١٣- البئر	١٤- فتحة الصب	١٥- مستقبل
١٦- فتحة المعدن	١٧- مصب	١٨- فتحة الخبث
١٩- مروحة دفع الهواء		

– مميزات الدست ذو الخزان

١ – الحصول على كمية كبيرة من المعدن المنصهر دفعة واحده.
٢ – الحفاظ على المعدن المنصهر بعيداً عن تيار الهواء داخل الفرن مما يقلل من عملية الأكسدة للمعدن.
٣– إمكانية إضافة مواد أخرى للمعدن تعمل على تحسين الخواص الميكانيكية للمعدن.

– عيوب فرن الدست ذو الخزان

١ – تكاليف ترميم وتبطين الخزان تعتبر تكلفة إضافية على عملية الصهر.
٢ – إنسداد الفتحة بين الفرن والخزان اذ لم يتم ازالة الجلخ أولاً بأول مما يعيق عملية الصب وتوقف الفرن عن التشغيل لحين تسليك الفتحة بينهم.

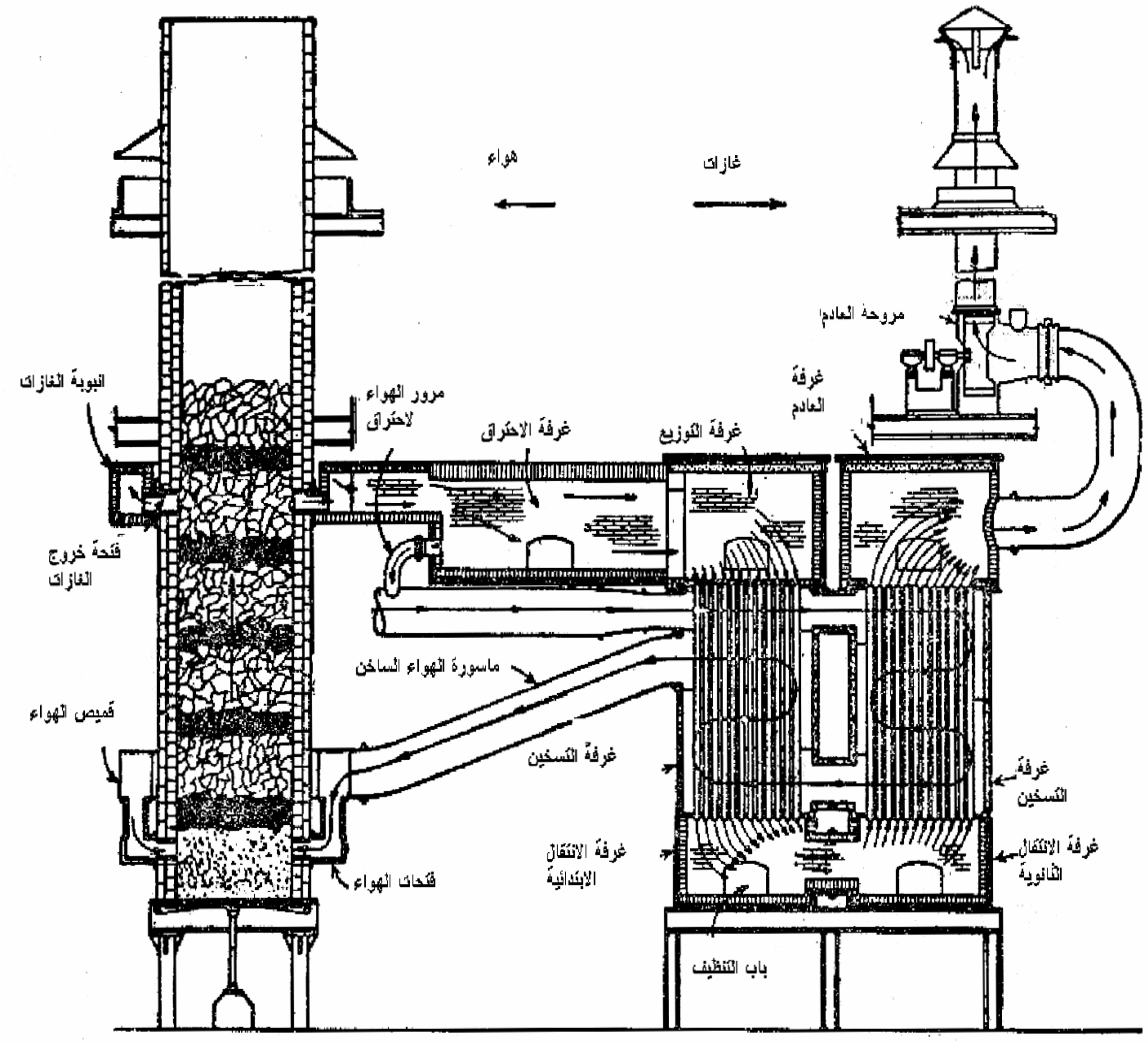
– الدست المزود بالهواء الساخن

هذا النوع من أفران الدست له خصائص متقدمة نوعاً ما بسبب ترشيده لإستخدام الطاقة – إلا أنه يوجد مشاكل وصعاب فى عملية إستخلاص المعدن ذات خصائص معينة أو تركيبة معينة (سبيكة) وذلك بسبب الهواء المندفع إلى الفرن والتفاعلات الكيميائية داخل الفرن أو تفاعل الشحنة مع بطانة الفرن مما يؤثر على المعدن المنتج من الفرن – ومع التقدم العلمى صمم هذا النوع من الأفران لتفادى بعض هذه المشاكل،حيث أن للهواء الساخن مزايا عديدة أهمها التحكم فى إستخلاص المعدن من حيث التركيب الكيميائى - **والشكل(١–٧) يبين** أحد هذه الأفران وأجزاؤه.

– مميزات فرن الدست المزود بالهواء الساخن

أ – الحصول على معدن نقى بمواصفات قياسية عالية.
ب – يمكن تشغيله لفترات طويله،حيث يمكن تشغيله لعدد من الساعات(حوالى ١٦ ساعة تشغيل مستمر).
ج – تقليل كمية الفقد فى المعدن لأنه لا يوجد أكسده بسبب الهواء الساخن المستخدم لتشغيل الفرن.
د – يمكن إستخدام أنواع رديئة من الكوك حيث يمكن شحنه بالكوك صغير الحجم والذى يحتوى على أتربه والتى لا يمكن إستخدامها فى الأفران الأخرى.

هـ – يمكن إستخدامه لإنتاج أنواع من السبائك الأخرى مثل النيكل كروم.



شكل (١ – ٧) فرن الدست ذو الهواء الساخن

– عيوب الفرن المزود بالهواء الساخن

أ- الحيز الذى يشغله حيث أن ملحقاته كثيرة نوعاً ما.

ب-عمليات الصيانة مكلفة إذا ما قورنت بالأفران الأخرى.

ج-يصعب إستخدامه فى المسابك الصغيرة.

– تجهيز وتشغيل أفران الدست المزوده بالهواء الساخن

يتم تجهيز الدست وتشغليه كاآتى :

أ- أولاً عملية الشحن وتتم أوتوماتيكياً من خلال جهاز الشحن الملحق بـالفرن حيث يفـتح الغطاء عند وصول الشحنه إلى باب الشحن ثم تغلق أوتوماتيكياً.

ب- يتم تشغيل جهاز إحتراق الغاز أو المازوت (البورى) الملحق عند بدء تشغيل الفرن.

ج- تجمع الغازات فى أعلى الدست وتمرر من خلال المنظف حتى تنقى من الأتربة والعوالـق التى بها.

د- تشعل الغازات بواسطة البورى مما يغذى مسخن الهـواء وينـتج عـن هـذه العمليـة حوالى٤٠% تقريباً من الغاز المطلوب.

ه- يندفع الهواء اللازم لإشعال الغازات بواسطة مروحة خاصة،ثم يتم سحب الـدخان الزائـد بواسطة مروحة سحب.

و- يندفع الهواء اللازم لتشغيل الفرن من خلال المروحة الرئيسية للفرن متجهاً إلى القمـيص ثم إلى الودنات ثم إلى الفرن.

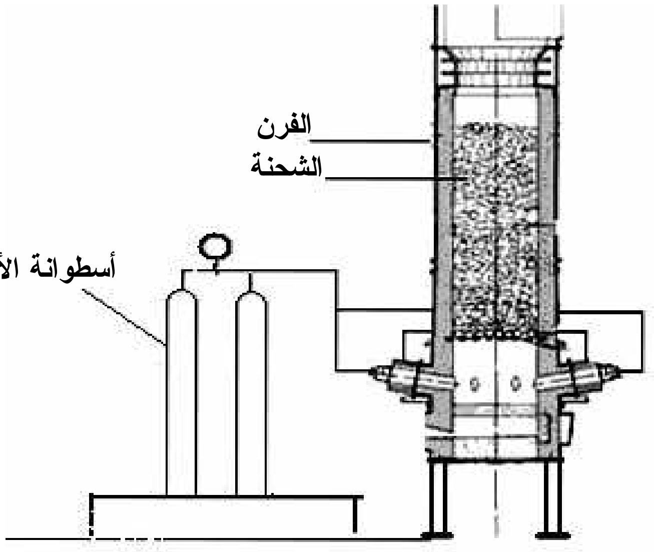
ز- يراعى تبريد جسم الفرن بإستمرار من خلال مجموعة تبريد الماء حـول جـسم الفـرن والودنات.

ح- يجهز الفرن بفتحه لخروج الخبث بصفة مستمرة لضمان حجم ثابت من الخبث فى منطقة التخزين.

ط- تعمل أجهزة القياس والتحكم فى مراقبة العمليات المختلفة داخل وخارج الفـرن ومعرفـة كمية الهواء وقياس الضغط والسحب داخل الفرن.

– الدست ذو الهواء المضاف إليه أكسجين نقى :

هذا النوع من أفران الدست من الأنواع الحديثة حالياً حيث يضاف الهواء الوارد إلى الفرن من المروحة أكسـچين نقى من منطقة دخول الهواء من القميص من خلال صمام خـاص متـصل بماسورة من المعدن تصل إلى إسطوانة بها أكسـچين نقى وذلك لضمان توزيع الهـواء إلـى الفرن قبل دخوله إلى الودنات والشكل (١-٨) يبين شكل الفرن.



شكل (١ – ٨) فرن الدست المزود بالأكسجين

– مميزات فرن الدست المزود بالاكسجين

أ- بإستخدام هذه الطريقة يمكن الحصول على أنواع من المعدن المنصهر ذو جودة عالية.

ب-زيادة معدل الإنتاج بنسب تتراوح بين(٢٠- ٣٠%)عند إضافة الإكسچين إلى الهواء المندفع للفرن.

ج- درجة الحرارة العالية الناتجة عن إضافة الأكسچين تؤدى للحد من إمتصاص الغازات وبالتالى تسهيل إزالة الكبريت.

د- تقليل نسبة الفقد فى المعدن الناتج عن عملية الصهر.

ه- يقل إستهلاك الكوك فى هذا النوع من الأفران بواقع (٢٥%)عن الأفران الأخرى.

- عيوب فرن الدست المزود بالاكسجين

إمكانية إنفجار ماسورة الإكسچين أو الإسطوانات التى تحتوى على الإكسچين لذا يجب أن تكون هذه الإسطوانات بعيدة عن الفرن بمسافة كافية حتى لا ينفجر بسبب درجة الحرارة العالية.

١-٥ : ملحقات فرن الدست

أ- المراوح المزود بها فرن الدست.

ب- أجهزة القياس والتحكم.

أ- المراوح

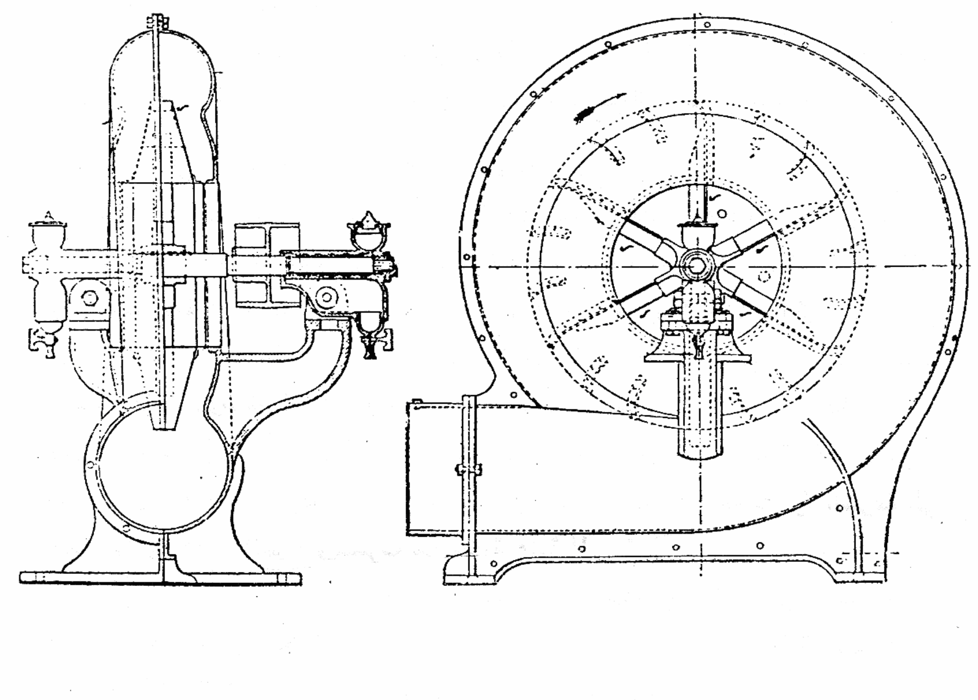
إن الغرض من إستخدام المراوح هو إمداد الدست بالهواء اللازم لتغذية الوقود والتغلب على مقاومة الفرن لمرور الهواء- وتزود الأفران بإحدى المراوح الشائعة الإستخدام مثل مراوح الريش أو مراوح الدرافيل التى تركب كل منها على محرك كهربى مناسب تحدد قدرته عن طريق معرفة سعة الفرن ومعدل إنتاجة /ساعة.

١- مراوح الريش

وتتركب مراوح الريش التى تعمل بالقوة الطاردة المركزية من وعاء مكون من نصفين (جسم المروحة) ويدور داخل هذا الوعاء ريشة مستقيمة أو منحنية والمروحة مثبتة على محور يرتكز ويدور على كرسى مثبت فى جسم المروحة وتدار المروحة بسرعة مرتفعة بواسطة محرك كهربائى سريع يدور بسرعة عالية - ويدخل الهواء مندفعاً إلى جسم المروحة عبر فتحة فى منتصف الوعاء (الجسم الخارجى) وقطره حوالى نصف قطر المروحة.
وعند مرور الهواء بين ريش المروحة يكتسب سرعة مرتفعة حيث يخرج بهذه السرعة إلى محيط علبة المروحة حيث يزداد ضغط الهواء وبالتالى تزداد كثافتة ويتم دفعه بسرعة وضغط كبير إلى قميص الهواء داخل الفرن **والشكل(١-٩) يوضح** إحدى أنواع هذه المراوح.

٢- مروحة الدرافيل

وتتركب من وعاء يدور بداخله درفيلان كل منهما عبارة عن ترس ذو سنتين فقط وكل من الدرفيلين معشق مع الآخر ويدوران داخل الوعاء بحيث يمس سطح سنة الدرفيل ويدور كل منهما عكس إتجاه الآخر.
والمروحة مزودة بمحرك كهربائى ذو قدرة مناسبة لضمان سرعة تدفق الهواء للمروحة - وتثبت المروحة قرب الفرن ويراعى عدم وجود منحنيات فى الماسورة.



شكل (١-٩) مروحة الريش

ب- أجهزة القياس والتحكم

كان من الضرورى فى ظل التقدم العلمى وتطور صناعة سباكة المعادن أن تكون نتائج هذا التطور أن تستخدم أجهزة حديثة لمراقبة المعدن داخل الفرن- وقياس درجة حرارة المعدن خلال المناطق المختلفة داخل الفرن - وكذلك معرفة كميات الهواء المطلوبة والتى يتم دفعها للفرن وللحصول على منتج ذو جودة عالية وبالتالى فإنه يمكن:

١- تنظيم دخول الهواء اللازم للفرن.

٢- التاكد من الكمية الصحيحة المطلوبة اللازمة لعملية الصهر.

٣- الحصول على معدن تام الإنصهار مرتفع الحرارة غير مؤكسد.

كما تستخدم الأجهزة فى قياس حالة الهواء وتصرفه داخل الفرن كالضغط ودرجة الحرارة وكذلك درجة حرارة المعدن المنصهر قبل خروجه من فتحة خروج المعدن.

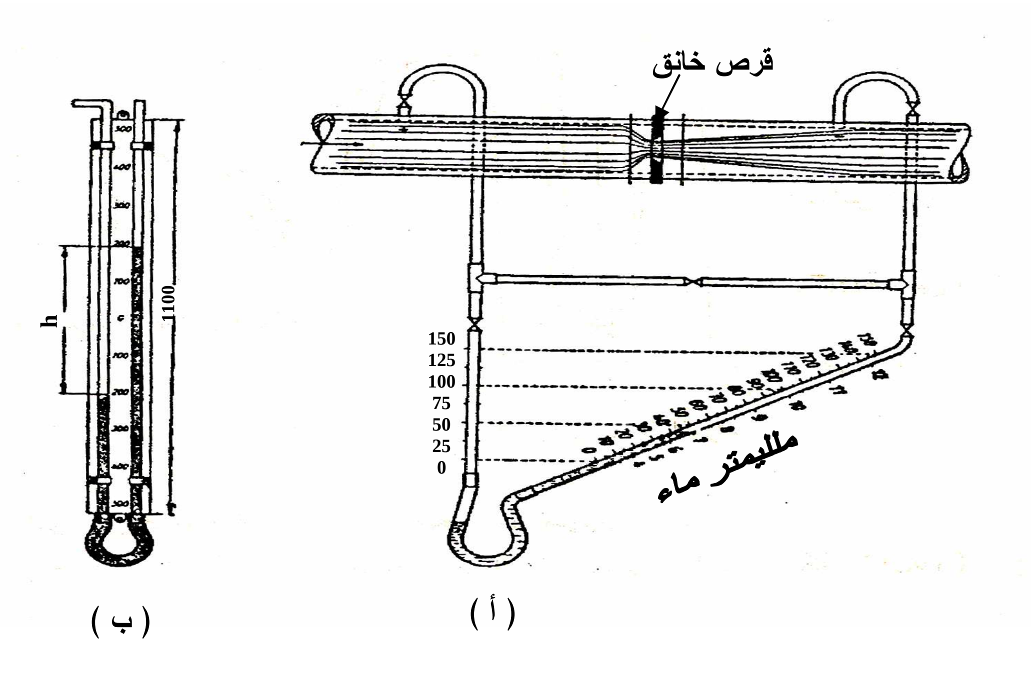
اولا : جهاز قياس تصرف الهواء

يتكون الجهاز من قرص ذو قطر أقل من قطر ماسورة الهواء التى تغذى الدست ويثبت هذا القرص بالماسورة بين فلانشتين.

ويقاس فرق الضغط الحادث من إختناق الهواء بين القرصين بواسطة جهاز قياس الضغط ذو الأنبوبة على شكل حرف u.

وبمعايرة الجهاز يمكن قياس كمية الهواء الداخل لفرن الدست ويفضل وضع الجهاز داخل غلاف معدنى مزود بواجهة زجاجيه لضمان المحافظة عليه من الأتربة والكسر حيث يكون داخل الغلاف المعدنى أنبوبة زجاجية مزودة بمقياس مدرج والأنبوبة تحتوى على سائل ذو كثافة صغيرة ويدل أرتفاع السائل داخل الأنبوبة الزجاجيه المدرجة على عدد من الأمتار المكعبة فى الدقيقة من الهواء المضغوط داخل الفرن ويجب أن يكون المقياس المدرج مصنوعاً من معدن لايصدأ ومصقول ولامع حتى يسهل تميزه وقراءتة.

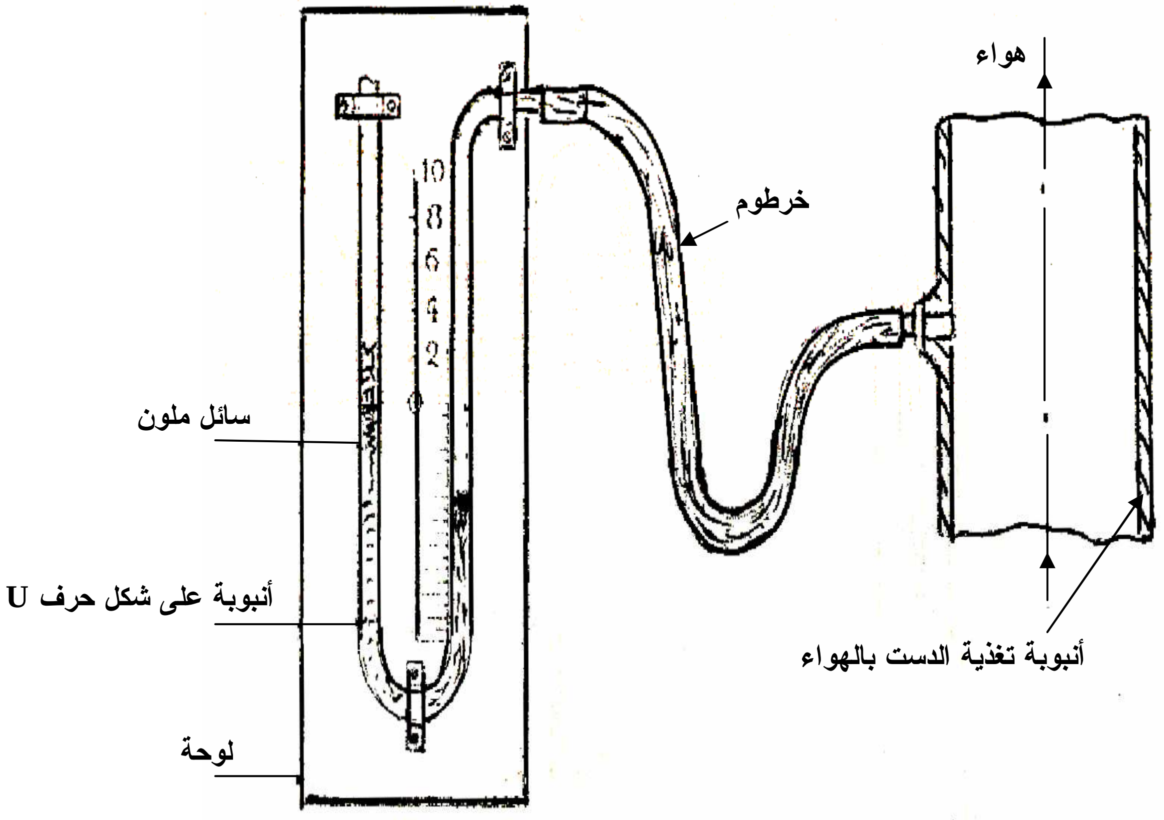
وغالباً ما يكون الجهاز مركب على الحائط بجانب مكان الشحن حتى يمكن ملاحظة الهواء المندفع داخل الفرن أثناء دخول كل شحنة والشكل (١-١٠) يوضح جهاز قياس كمية الهواء المنصرف.



شكل (١ – ١٠) جهاز قياس كمية تصرف الهواء

ثانيا : جهاز قياس الضغط

ويستخدم جهاز قياس الضغط فى بيان ضغط الهواء الداخل للفرن ويتركب هذا الجهاز من ماسورة من الزجاج على شكل حرف U مثبتة على لوحة وبها سائل ملون ويتصل أحد طرفيها بماسورة دخول الهواء والطرف الآخر متصل بالجو ويقرأ الضغط على مسطرة مقسمة إلى مليلميترات ومثبتة على لوحة – ويكون الضغط المقاس عبارة عن الفرق بين عمودى السائل فى الأنبوبة الزجاجية والشكل(١-١١) يبين أحد هذه الأنواع:

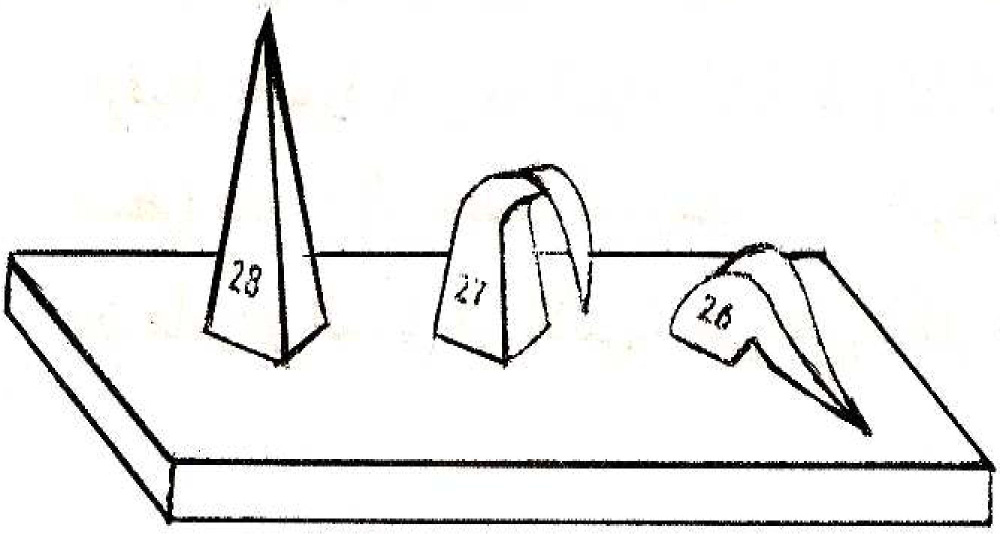


شكل (١ – ١١) جهاز قياس ضغط الهواء

ثالثا: قياس درجة حرارة الدست(مخاريط سيجر)

فى بعض المسابك الكبيرة التى تنتج مسبوكات ذو مواصفات قياسية تزود الأفران بجهاز لقياس درجة الحرارة يعرف بمخاريط سيجر يمكن بواسطته قياس درجات الحرارة المرتفعة والتى تصل إلى ٢٠٠٠درجة مئوية تقريباً وتعتمد هذه الطريقةعلى عدد ٣ مخاريط ذات الثلاثة أوجه مصنوعة من مواد خاصة مكونة من أكاسيد السيلكون وأكاسيد الألمنيوم وأكاسيدالكالسيوم بنسب تتوقف على نقطة الإنصهار المطلوبه – وعند قياس درجة الحرارة تستخدم هذه المخاريط التى قد يصل عددها إلى ٦٠ مخروط وكل مخروط له درجةحرارة مقاومة للحرارة تزيد بمقدار من (٢٠– ٣٠ ْمئوية) عن الذى يسبقه ولقياس درجة الحرارة يوضع بالدست ثلاث مخاريط يمثلون درجات حرارة مختلفة

– فنجد أن المخروط الأول تشوه تماماً بينما الأخير لم يتاثر والذى فى الوسط قد بدأ يتأثر فتحسب درجة الحرارة على أساس المخروط الذى تقابل درجة إنصهاره درجة إنصهار مخروط الوسط والشكل (١–١٢) يوضح هذا الجهاز.



الشكل (١-١٢) مخاريط سيجر لقياس درجة الحرارة

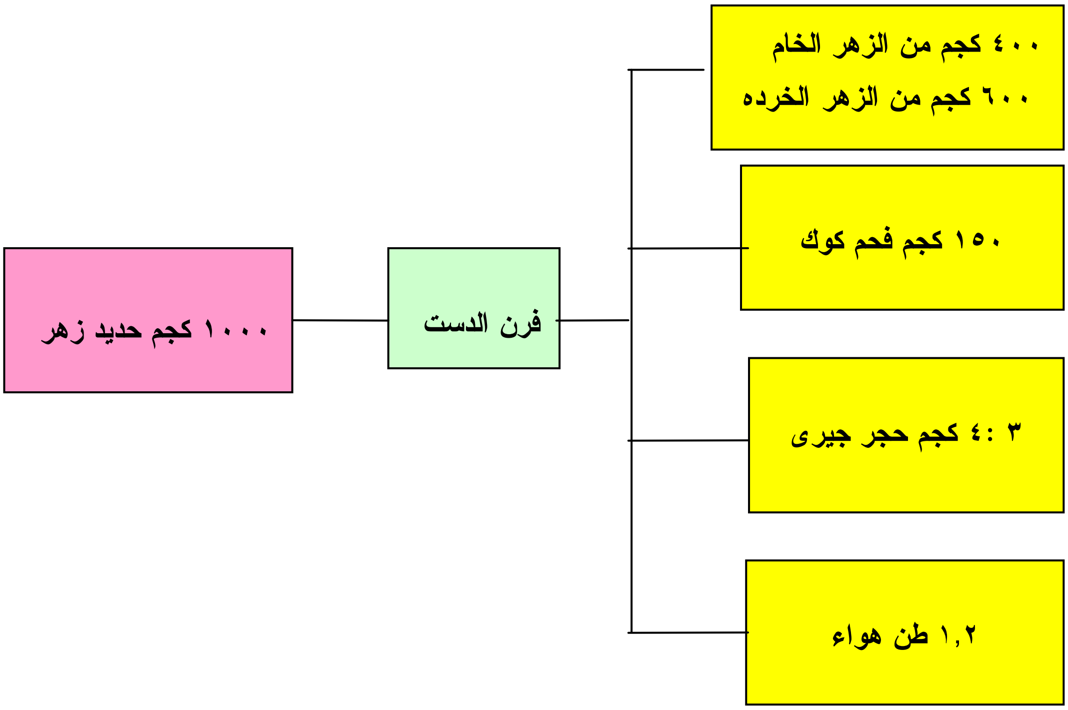
١–٦ : مكونات شحنة فرن الدست

تتلخص عملية شحن فرن الدست فى إضافة كميات معلومة الوزن من المعدن والكوك ومساعدات الصهر.

وفيما يلى بيان بالمواد التى يتم الشحن بها:

أ- الحديد الزهر الخام.
ب- الحديد الزهر الخردة.
ج- فحم الكوك.
د- مساعدات الصهر.

ويصل إرتفاع هذه الشحنة داخل الفرن إلى مستوى باب الشحن والشكل التالى يبين الكميات اللازمة لإنتاج واحد طن من الزهر المنصهر .وهى الأكثر شيوعاً وإستخداما فى المسابك التجارية ومسابك إنتاج المسبوكات عالية الجودة.



وسوف يتضح لنا خصائص كل نوع من مكونات الشحنه

أ- الحديد الزهر الخام (تماسيح الزهر)

يستخدم الحديد الزهر الخام لعدة أغراض أهمها:

١- رفع نسبة الكربون المطلوب فى المنتج المراد سبكه - ويتم أيضاً تقليل نسبة الكبريت فى المعدن مما يحسن من الخصائص الميكانيكية للمعدن.

٢- رفع نسبة السيليكون لتجنب إستخدام كمية كبيرة من الفيروسيلكون.

- أنواع الحديد الزهر

الحديد الخام المستخدم فى المسبك والمسمى بتماسيح الزهر يمكن الحصول عليه من الفرن العالى الخاص بإنتاج الحديد الزهر لإستخدام المسبك - وبما أن أنواع الحديد الخام المستخدم فى المسبك تحتوى على نسب مئوية عالية من الكربون والسيلكون والمنجنيز فإن المقادير التى توجد بها هذه العناصر فى الحديد الزهر يمكن الإحتفاظ بقيم عالية منها بإضافة الحديد الخام إلى الشحنه ومن البديهى أن أنواع الحديد الزهر تختلف أيضاً حسب نسب العناصر الأخرى.

والجدول (٣) التالى يبين أنواع من الزهر الخام وتحليلها الكيميائى:

حديد زهر خام	التحليل الكميائى				
	كالسيوم	سيليكون	منجنيز	كبريت	فوسفات
هيماتيت منخفض الفسفور	٣,٧ – ٤,٥ ٣,٨ – ٤,٢	٣,٥– ٤,٥ ١ – ٤,٥	٠,٥–١,٢ ٠,٧– ١,١	٠,٥حد أقصى ٠,٠٥٠حد أقصى	٠,٠٥٠حد أقصى ٠,٦٥ حد أقصى
متوسط الفسفور	٣,٨ –٤,٢ ٣,٥– ٤	١ – ٤,٥ ٢ – ٣,٥	١,١ – ١,٥ ٠,٠٨– ١	٠,٥٠ حد اقصى ٠,٠٥ حد أقصى	٠,٦٠ حد اقصى ٠,٥ – ٠,٧حد أقصى
عالى الفسفور	٣,٣– ٣,٨ ٣,٣–٣,٨	٢– ٤,٥ ٢ – ٤,٥	٠,٦– ٠,٨ ٠,٨ – ١,٢	٠,٥ حد اقصى ٠,٠٥ حد اقصى	٠,٧ –١,٢ حد اقصى ٠,٧ – ١,٢ حد أقصى

كما توجد أنواع خاصة من الحديد الزهر النقى ويُنتج على حسب طلب المسبك وتحتوى هذه الأنواع على عناصر سبائكيه أخرى – ويجب أن توجد مع كل نوع من الأنواع المستخدمه شهادة تبين نسبة التحليل الكيميائى لمساعدة القائمين على إنتاج المسبوكات فى حساب مكونات الشحنة أو تعديلها بإضافة عناصر أخرى مثل (الفيروسيلكون – الفيرو منجنيز).

ب– الحديد الزهر الخردة

قد تحتوى الخردة على الحديد الرمادى كما فى الآلآت المستهلكة والآلآت الزراعية وماكينات التشغيل مما يقلل من إستخدام الزهر الخام فى الشحنة.

إلا إنه فى بعض أنواع الزهر الخردة تكون سبب عدم جودة المسبوكات لإحتوائها على عناصر ضارة مثل الأنتيمون والقصدير والرصاص والألمنيوم والتى تسبب عدم متانة الزهر.

وأهم أنواعها:

١– كسر الماكينات.

٢– مرتجعات المسبك من المصبات ومجارى المصبات.

٣– المسبوكات ذات العيوب الناتجة عن عملية الصب.

والجدول (٣) التالى يوضح أنواع الزهر الخردة وتحليلها الكيميائى :

حديد زهـــــر خام	التحليل الكميائى				
	كالسيوم	سيليكون	منجنيز	كبريت	فوسفات
خردة قطاعات خفيفة أقل من ٦مم	٣,٢– ٣,٥	٢,٠٢– ٢,٠٨	٠,٥ – ٠,٧	٠,١ – ٠,١٥	٠,٥ – ١,٥
خردة صناعة النسيج والماكينات – سمك القطاع حتى ٤٠سم	٣ – ٣. ٣	١,٨ – ٢,٢	٠,٥ – ٠,٨	٠,١٥– ١	٠,٥ – ١
قطاعات خفيفة	٣,١–٣,٣	٢– ٢,٢	٠,٥ – ٠,٨	٠,٠٨ – ٠,١٥	٢
قطاعات ثقيلة	٣,٥ – ٣,٨	١,٤ – ١,٨	٠,٥ – ١	٠,٠٨	١
حديد طروق ذو قلب أسود	٢,٢ – ٣,١	١,٣ – ١,٦	٠,٣ – ٠,٦	٠,٠٩ – ٠,٢٥	٠,٠٦ – ٠,٠٨
حديد طروق ذو قلب أبيض	٢ – ٢,٣	٠,٥ – ٠,٨	٠,٢ – ٠,٣	٠,١٥ – ٠,٢٥	٠,٠٦ – ٠,٨

ج – فحم الكوك

وينتج الكوك من أنواع الفحم الحجرى بالتقطير الأتلافى بواسطة أفران خاصة تسمى بطاريات– ويستخدم فحم الكوك كوقود لفرن الدست لإتمام عملية الإنصهار للمعدن ويجب أن يكون فحم الكوك المستخدم فى فرن الدست جافاً وصلب وبطىء الإحتراق ويتحمل ضغط طبقات المعدن المتراصه فوق بعضها البعض داخل إسطوانة الفرن.

ويجب أن يكون نسبة الكربون فى الفحم كبيرة جداً كما يجب أن تكون نسبة المواد المتطايرة والرطوبة والكبريت والرماد قليلة جداً.

ويعد الفحم المسمى تجارياً(+٩٠ مم) من أفضل الأنواع التى تستخدم فى أفران الدست حيث أن النوع(+١١٠مم) يفضل إستخدامه فى الأنواع الكبيرة من أفران الدست التى تصل قدرتها الإنتاجية (٣٠ طن/ساعة).

اما النوع المسمى(+٤٠ مم)عادةً ما يستخدم فى الأفران الصغيرة أوالفرن العالى المستخدم لإنتاج خام الحديد.

والجدول (٤) التالى يوضح تركيب أحد الأنواع الجيدة لفحم الكوك التى تستخدم فى فرن الدست.

١	الرطوبة	١,٠٢%
٢	مواد متطايرة	٠,٦٣%
٣	رماد	٧,٨%
٤	كبريت	٠,٧٣%
٥	كربون	٨٩,٧٤%

كما يجب العناية بتخزين وتداول فحم الكوك بالمسابك حتى يحتفظ بحجمه المثالى حيثُ أن إستخدام فحم منخفض الجودة يؤدى لنقص معدل صهر المعدن داخل الفرن – وكذلك إنخفاض درجة حـــرارة المعدن لحظة خروجه من الفرن.

ويؤدى ذلك لبعض العيوب التى تنتج عن برودة المعدن المنصهر– ويعتبر وزن المعدن والكوك فى مكونات الشحنه من العوامل الهامة فى تنظيم عملية الصهر فى فرن الدست – والفحم هو العامــل الأساسى فى الشحن– وتتراوح النسبه بين المعدن والفحم مابين (٤ :١) إلى (١٥ : ١).

وتحدد هذه النسبه تبعاً لنوعية الفحم المستخدم وقطر إسطوانة الفرن وطول الفرشة –

ويُنتج الفحم العالى الجودة فى جمهورية مصر العربية على نطاق واسع حيث تغطى هذه الــصناعة الإستهلاك المحلى ويصدر الباقى إلى معظم دول أوربا وآسيا.

د– مساعدات الصهر المستخدمة فى شحنة فرن الدست

تستخدم مساعدات الصهر فى أفران الدست بغرض التفاعل مع مخلفات إحتراق الفحم لتكــوين خبث (جلخ) ذى درجة سيولة عالية لسهولة إخراجه من فتحة خروج الخبث – وكما تــستخدم أيضاً لتحسين خواص حديد الزهر المنتج من الفرن وأهم مكوناتها كالآتى:

١– الحجر الجيرى.

٢– حجر الفلورسيا (فلوريد الكالسيوم).

٣– مسحوق كربونات الصوديوم.

٤– حجر الدلوميت (كربونات الماغنسيوم).

ويستخدم الحجر الجيرى عادةً فى المسابك حيثُ أن درجة نقاوتة حوالى(٩٨%)وحجم كتلته يتراوح ما بين (٢ :٦) سم.

ويبدأ تحلل الحجر الجيرى عند درجة (٨٠٠ ْم) أثناء تساقطه فى الجزء العلوى من الدست (منطقة التسخين).

وتختلف كمية مساعد الصهر التى تضاف للشحنه بصفة عامه بنسب تتراوح بين (٢٥ : ٣٠%) من وزن الكوك – وهذه النسبة كافية لإذابة الخبث – وإذا كان مقدار الحجر الجيرى غير كـــافٍ فـــإن الحديد يتحد مع المواد الغريبة ويكون جلخ ويحدث فقد فى شحنة الفرن من المعدن – ومــن هنـــا نعرف أن لون الجلخ يدل على أن عملية الصهر تتم بالصورة المطلوبة.

وعلى سبيل المثال إذا كان لون الجلخ الناتج أخضر أو أسود زجاجى تكون نسبة الحجــر الجيــرى مثالية – أما إذا كان لون الجلخ أسود قاتم فمعنى ذلك أنه أختلط بكمية من شحنة الحديد أو أتحد مع الكبريت الموجود فى الفحم فتكون نسبة الحجر الجيرى قليلة.

– كيفية تشغيل فرن الدست

إن تشغيل فرن الدست بنجاح يتوقف على عدة عوامل سنرتبها من حيث البـدء بالتـشغيل حتـى الحصول على معدن منصهر.

قبل تشغيل الفرن يفتح باب الترميم وجميع الفتحات فى قميص الهواء وكذلك فتحة خروج المعـدن المنصهر ثم تتبع الخطوات الآتية:

١- شحن الفرن أولاً بقطع الخشب الصغيرة حتى قرب فتحة الشحن ثم يتم إشـعال النـار بهـا وتسمى هذه العملية بدء الإشتعال.

٢- عند تمام إشتعال كسر الخشب وتسخين إسطوانة الفرن الداخلية يوضع فحم الكوك وتسمى طبقة الكوك بالفرشة ثم تترك حتى تمام الإشتعال بتاثير السحب الطبيعـى للهـواء داخـل إسطوانة الدست.

٣- تكرر عملية شحن الفحم كلما هبطت الفرشة بسبب الإحتراق التام للخشب.

٤- وعند التأكد من تمام إشتعال الكوك (الفرشة) يغذى الفرن بالهواء المضغوط من المروحـة لمدة من (٥ : ١٠) دقائق مع ترك فتحة خروج المعدن مفتوحه حتى يتم التخلص تماماً من بقايا الخشب المحترق وظهور اللهب من الفتحة.

٥- تبدأ أول شحنة للمعدن ثم تغطى بطبقة من الفحم ويستمر دخول الهواء إلى الفرن حتـى أن يظهر أول قطرة من المعدن المنصهر إلى فتحة خروج المعدن ويستمر إنسكاب المعدن حتى يتم التخلص من أول كمية من المعدن لبرودتها.

٦- يتم أغلاق فتحة خروج المعدن بواسطة سدادة من الطمى أو رمل المسبك مضاف إليه الطين الحرارى (طبة) لسهولة فتحه مرة أخرى ويتم تجهيز عدد كافى من السدادات فى متنـاول العامل الذى يقوم بفتح وغلق فتحة خروج المعدن حتى يتمكن من سد الفتحة بسرعة عنـد إمتلاء الملعقة أثناء عملية الصب.

٧- وتستغرق رحلة الزهر داخل الفرن من فتحة الشحن إلى فتحة خـروج المعـدن المنـصهر حوالى ١٠ دقائق تقريباً يمكن بعدها فتح مجرى خروج المعدن وأخذ ملعقة (بوشة).

٨- تكرر عملية سحب المعدن المنصهر إلى أن يظهر الجلخ حيثُ يتم سحبه خارج الفرن مـع الإستمرار فى عملية الشحن بالكوك والزهر حتى يتم الإنتهاء من عملية الصب.

٩- بعد الإنتهاء من عملية الصب يتوقف أولاً تشغيل الهواء ثم يتم سحب ما بقى مـن الخبـث (الجلخ) وتفتح الفتحة السفلية (باب الترميم) لإزالة ما بقى من الشحنه وترك الفرن حتـى يتم تبريده إستعداداً لصيانته.

ويراعى عدم تبريد إسطوانة الفرن بالماء حتى لايتم إتلاف البطانة.

كما يقتصر التبريد بالماء لبقايا الشحن عند خروجها من فتحة الترميم حفاظاً على ما بقى من فحم كوك وعدم أكسدة الزهر الموجود بها.

١-٧: بعض المتاعب الرئيسية فى تشغيل فرن الدست وكيفية تلافيها

أثناء تشغيل الفرن تحدث بعض المشاكل التى تجعل الفرن يعمل بطريقة غير سليمة أو تجعل الفرن يتوقف عن العمل الأمر الذى يؤدى إلى خسارة كبيرة فى أعمال المسبك حيث يتم إتلاف الشحنة وعدم إستمرارية العمل.

وفيما يلى بعض المتاعب التى تصادف عامل تشغيل الفرن أو السباك عموماً أثناء عملية التشغيل وطرق علاجها.

المتاعب	اسبابها	طرق تلافيها وعلاجها
١- إحتراق البطانة	- بطانة غير جيدة وغير منتظمة السمك. - أستخدام مساعدات صهر بكمية كبيرة وغير منتظمة. - توزيع غير منتظم للهواء خلال الودنات.	- إختيار مواد البطانة المناسبة وتحسين الإشراف الفنى أثناء تبطين الفرن. - إضافة مساعدات الصهر بالكميات المناسبة . - العمل على سريان الهواء بصورة منتظمة خلال الودنات .
٢- تجمد فتحة المعدن فى بداية أو نهاية الصهر.	- إنخفاض درجة حرارة المعدن وذلك عدم إتباع خطوات التشغيل. - أرتفاع فرشة الكوك غير كافى. - خطا فى حساب مساحة فتحة خروج المعدن .	- تسخين الفتحات قبل الصب للتأكد من أن فوهة خروج المعدن مفتوحة بعناية وحذر للحفاظ على شكلها وعد تكسير جوانبها. - يراعى الإهتمام بقياس إرتفاع فرشة الكوك. - يراعى ترك فتحة الفرن بصورة جيدة.
٣- توقف الفرن عن العمل.	- عطل بالمروحة - إنقطاع التيار الكهربى.	- العناية بصيانة مروحة الهواء مع ضرورة وجود مصدر آخر إحتياطى لإمداد الدست بالهواء. - فى حالة توقف الفرن لأقل من ساعة يتم غلق الهواء وفتح الودنات وفتح فتحة المعدن وفتحة الجلخ ويتم شحن الفرن من ٣ : ٤ شحنات فحم ثم الإستمرار بالعمل. وفى حالة توقف الفرن لأكثر من ساعة يتم تفريغ الفرن من فتحة الترميم.

المتاعب	اسبابها	طرق تلافيها وعلاجها
٤- إنسداد الودنات بالزهر المنصهر	- تجمع كمية كبيرة من المعدن المنصهر داخل الفرن. - تراكم الجلخ فى النصف الأسفل للودنات	- المواظبة على فتح فوهتى المعدن وسحب الجلخ فى الوقت المناسب. - يتم إيقاف المروحة لمدة ١٠ دقائق ثم فتح فوهتى المعدن والجلخ ثم تنظيف الودنات ثم الإستمرار بالعمل.
٥- إنسداد الودنات بالجلخ	- تلوث الشحنة المعدنية بإستخدام حجر جيرى غير جيد وبكميات غير كافية. - إستخدام فحم حجمه صغير يحتوى على نسبة كبيرة من الشوائب.	- تنظيف اللشحنة المعدنية من الرمال العالقة بها وكذلك تنظيف الودنات وإضافة مساعدات صهر بكميات مناسبة. - إستخدام فحم كوك جيد.
٦- إنخفاض درجة حرارة المعدن المنصهر.	- عدم مراعاة كميات الشحنة المناسبة وكذلك إضافات تحسين خواص المعدن. - كمية الهواء غير كافية. - إيقاف المروحة عدة مرات. - كميات الفحم غير كافية ونوعيته رديئة.	- المواظبة على مراقبة عملية الشحن بالأنواع والأوزان والحجوم المطلوبة للشحنة. - ضبط كمية الهواء المطلوبة. - صيانة المروحة والعمل على حسن إستمراريتها فى العمل. - الإهتمام بوضع الكميات المناسبة من الفحم وإختيار نوعية جيدة منه.

١-٨ : صيانة فرن الدست

بعد عملية صهر المعدن داخل فرن الدست والتى قد تستغرق من (٤ : ١٦ ساعة) حيثُ التشغيل بصفة مستمرة يترك الفرن حتى يتم تبريده - ومن المعتاد تشغيل الفرن كل ثانى يوم حتى يتمكن القائم على صيانة فرن الدست من إنجاز عمله على الوجه الأكمل.

وفى المسابك التى بها خطوط إنتاج مستمر تجهز بأكثر من فرن لضمان التشغيل اليومى لفرن الدست حيث يتم تشغيلها بالتبادل.

وتجرى عملية الصيانة عقب كل مرة حيث تفتح جميع الفتحات الموجودة بالفرن لإجراء الصيانة الدورية والتحضير - ففى تشغيل الفرن المرة التالية وبعد عملية التبريد يدخل العامل من فتحة الترميم الموجودة أسفل الفرن خاصة الأفران المجهزة بالقاع المتحرك.

وتشمل عملية الصيانة الخطوات الآتية:

١- إزالة الخبث (الجلخ) الملتصق بالبطانة

٢- تنظيف فتحات دخول الهواء(الودنات) من أى قطع فحم أو جلخ قد تكون علقت بها أثناء عملية الصهر.

٣- إجراء الترميمات للبطانة الداخلية للفرن حيثً يحدث تآكل بجدار البطانة فيقوم العامل بترميمها إما بقطع الطوب الحرارى أو بالطين الحرارى.

٤- بعد الإنتهاء من تنظيف وترميم إسطوانة الفرن لكى تعمل بشكل طبيعى مرة أخرى يعاد قفل باب الترميم وبناء القاع بإستخدام رمل المسبك وقطع من فحم الكوك ويراعى أثناء بناء القاع أن يكون ذو سلبية إلى الأمام متجهاً نحو فتحة خروج المعدن المنصهر لضمان سحب الكمية المنصهرة أولاً بأول أثناء عملية التشغيل حيثُ أن بقاء جزء من المعدن المنصهر يسبب بعض الأخطار للعامل أثناء فتح باب الترميم (تفوير الفرن).

- كما تجرى إعادة بناء البطانة كلما زاد تآكلها حتى يتم الحفاظ على جسم الفرن المعدنى من تسرب المعدن إليها أثناء عملية الصهر أو أحمرار جدار الفرن الخارجى مما يتسبب فى تلفه.

أسئلة على الباب الأول

س١: أذكر أهم أنواع الأفران التى تستخدم فى صهر الحديد الزهر فى المسبك؟

س٢: تناول بالشرح طريقة إستخلاص الحديد الزهر؟

س٣: أذكر الكميات اللازمة من الخامات لإستخلاص طن واحد من الحديد الزهر؟

س٤: تكلم بإيجاز عن فرن الدست من حيث أهميته للمسابك؟

س٥: إشرح مبيناً بالرسم مكونات فرن الدست؟

س٦: تناول بالرسم ماهو المقصود بمنطقة الإنصهارمع بيان المناطق المختلفة لفرن الدست؟

س٧: عرف كلاً من (قميص الهواء – الودنات)؟

س٨: أذكر أهم مميزات وعيوب فرن الدست؟

س٩: أذكر أنواع أفران الدست الأكثر شيوعاً وإستخداماً فى المسابك؟

س١٠: أذكر مكونات شحنة فرن الدست؟

س١١: بَين وظيفة كلاً من مساعد الصهر– فحم الكوك داخل فرن الدست بالمسبك؟

س١٢: قارن بين فرن الدست ذو القاع الثابت وفرن الدست ذو القاع المتحرك مع ذكر أيهما أفضل فى الإستخدام؟ ولماذا؟

س١٣: أذكر خطوات تشغيل فرن الدست؟

س١٤: تكلم بإيجاز عن بعض المتاعب فى فرن الدست أثناء التشغيل؟

س١٥: تناول بالشرح خطوات صيانة فرن الدست؟

س١٦: إذا ما طلب منك إعداد مسبك صغير لإنتاج مسبوكات صغيرة – تكلم بإيجاز عن الأفران التى سوف تستخدمها أثناء عملية الصهر مع ذكر الأسباب؟

الباب الثانى

السباكة بالقوالب المعدنية

٢-١: المعادن التى تسبك بهذه الطريقة.

٢-٢: أجزاء القالب – مزايا طريقة القالب المعدنى.

٢-٣: طريقة سباكة القوالب المعدنية بالضغط.

٢-٤: ماكينات السباكة بالقوالب المعدنية.

٢-٥: السباكة بالقوة الطاردة المركزية.

مقدمة :

عملية السباكة بالقوالب المعدنية هى إحدى عمليات السباكة المتقدمة نوعاً ما حيث يمكن إجرؤها يدوياً أو بإستخدام ماكينات السباكة بالقوالب المعدنية بالضغط مثل:

أ- ماكينات الغرفة الساخنة.

ب- ماكينات الغرفة الباردة.

ويتميز مثل هذا النوع من طرق سباكة المعادن بالآتى:

١- خلوها من الرمال والجزيئات العالقة.

٢- خلوها من البخبخة الناجمة عن الغازات.

٣- نعومة السطح.

٤- صغر التسامحات والتجاوزات فى الأبعاد.

٥- جودة تشطيب عالية.

٦- السرعة والإنتاجية العالية.

كما تواجه هذه الطريقة من السباكة العديد من التحديات التى لاتزال قيد الدراسة مثل:

١- إرتفاع التكاليف.

٢- صعوبة تشكيل القوالب التى تستخدم فى إنتاج مسبوكات كبيرة.

وقد إستخدمت هذه الطريقة لأول مرة فى مطلع القرن التاسع عشر وتطورت حتى صارت اليوم أكثر الطرق إستخداماً وشيوعاً- كما تعد أكثر الطرق إنتاجية وسرعة وجودة مقارنةً بالطرق الأخرى للسباكة وتعد أقصر الطرق للحصول على منتج نهائى.

كما يتميز هذا النوع من السباكة بملائمته لعمليات الإنتاج الكبيرة مع الحفاظ على جودة ودقة أبعاد المنتجات المشكلة بهذه الطريقة.

وبذلك تعتبر السباكة بالإسطمبات مغذياً رئيسياً لصناعة السيارات والصناعات الحربية وصناعة الطائرات خاصةً لما تحتاجه من دقة عالية جداً فى الأبعاد وجودة عالية أيضاً للمنتجات.

حيُث يقدر العلماء ما تحتويه كل سيارة خاصة من الأجزاء المنتجه بهذه الطريقة بحوالى ٦٨ كجم فى المتوسط-وتستخدم هذه الطريقة فى إنتاج مسبوكات تتراوح بين (٥٠ جرام) إلى (٢٥ كجم) والشكل (٢-١) يوضح بعض المنتجات التى تسبك بهذه الطريقة.

شكل (٢ – ١) بعض المنتجات التى تنتج بالسباكة داخل الإسطمبات

٢-١:المعادن التى تصلح للسبك بهذه الطريقة

١- الحديد الزهر المسبوك

يسبك الزهر بطريقة القوالب المعدنية والتى يعتبر المجال الطبيعى لها خصوصاً إذا علم أن طريقة السباكة بقوة الضغط تقتصر على المعادن غير الحديدية.

وتتكون القوالب المصنوعة من الحديد الزهر من قطعتين أو أكثر يمكن ضمهما أو أبعادهما عن طريق سطح فاصل.

ويشكل الفراغ الداخلى للمسبوك بواسطة قلوب من حديد الزهر الرمادى أو الصلب – ولتسهيل إخراج المسبوكات يغطى السطح بطلاء أو دهان خاص أو يرش بمادة مقاومة للحرارة – وقد يكون الدهان من الأسمنت الحرارى المخفف بزيت القلوب المضاف إليه الجرافيت وفى جميع الأحوال يعفر القالب فى كل مره قبل إجراء عملية الصب بهباب يرسب عليه بواسطة لهب أوكسى أستلين غير كامل الإحتراق.

وينتج بهذه الطريقة مسبوكات من الحديد الزهر ذو جودة عالية الدقة فى الأبعاد – إلا إنه محدود الإستخدام من حيث الوزن والحجم لذا يجب أن لايزيد وزن القطعة عن (٨ كجم) ولايزيد طولها عن (٣٠ سم).

وتكون الدلاليك المستخدمة من الرمل الجاف فى القوالب الثابتة لأن الأنواع الأخرى ينـتج عنها غازات قد تتسبب فى إحتباس هذه الغازات داخل المسبوك بما يسمى البخبخة.
كما يوصى بتخمير المسبوكات الناتجة عن هذه الطريقة خاصةً المنتجات التى سوف يجرى عليها عمليات تشغيل مختلفة أو التى سوف تتعرض لإجهادات عالية وذلك للـتخلص مـن الإجهادات الداخلية للمسبوكات.

٢- سبائك الألمنيوم

تعد سبائك الألمنيوم أكثر المسبوكات التى تشكل بواسطة القوالب المعدنية وذلـك لـسهولة تشكيلها وخفة الوزن والخواص الجيدة لسبائك الألمنيوم.
ويراعى عند سباكة الألمنيوم بهذه الطريقة ألا تزيد درجة إنصهارها عند درجـة إنـصهار المعدن المصنوع منه القالب.

- يمكن معالجتها حرارياً بعد عمليات التشكيل بالقالب المعدنى.
- يمكن الحصول على مسبوكات ذو جودة سطح عالية لا تحتاج لعمليات تشطيب كما فـى حالة المعادن الأخرى.
- تعدد مجالات إستخدامها حيث تصنع منها عدة أجزاء مثـل المكـابس (البـساتم) فـى محركات الإحتراق الداخلى وذراع التوصيل وأجسام مضخات الزيت والصمامات بأنواعها وزعانف التبريد التى توضع فى أجهزة الكمبيوتر على المعـالج (Prossor) بغـرض التبريد.

٣- سبائك النحاس

تعتبر سبائك النحاس من المسبوكات التى تنتج بواسطة القالب المعدنى حيُث يمكن صناعة لقم المحاور بهذه الطريقة بدلاً من صناعتها بالطرق الأخرى. ويمكن أن يسبك النحاس بهذه الطريقة إلا أنه الأقل إستخداماً مقارنةً بالمعادن الأخرى وذلك للأسباب الآتية:

- إرتفاع درجة حرارة القالب المعدنى بعد عدد صغير من العمليات.
- الغازات التى تصاحب سبائك النحاس عادةً ما يحدث منها بعض عيوب ناتجة عن عملية الصب.

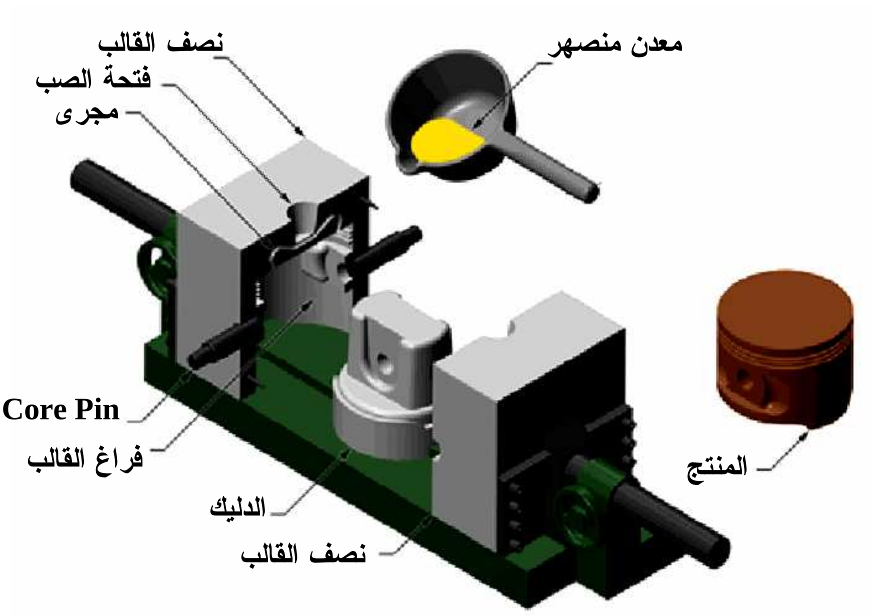
٤- سبائك الرصاص

يُسبك الرصاص بالقوالب المعدنية سواءاً يدوياً أو آلياً حيُث يُنتج بكميات كبيرة وذلك بسبب إنخفاض درجة حرارة الصهر.
وكما أن معدن الرصاص عادةً لا يُجرى عليه عمليات تشطيب أو عمليات تشغيل ويستعمل مباشرةً وذلك لأن الدليك المُستخدم يكون عادةً من معدن القالب ويمكن إخراجه بسهولة لأن الرصاص معدن طرى.
كما تصلح أيضاً مجموعة من المعادن الأخرى للسبك بهذه الطريقة مثل (الزنك- الماغنسيوم) وسبائكهم.

٢-٣: أجزاء القالب المعدنى – مزايا طريقة القالب المعدنى

٢-٣-١: أجزاء القالب المعدنى

يصنع القالب المعدنى عادةً من جزيئن أو عدة أجزاء حسب نوع المُنتج المراد سبكه من حيُث بساطة التركيب أو تعقيد التكوين.
ويصمم القالب المعدنى بحيُث يُفتح بسهولة ويتم تجميعه مرة أخرى أيضاً بسهولة ويراعى أن تكون الأسطح الفاصلة بين القطع رأسية وليست أفقية.
ويراعى أيضاً عند التصميم أن يكون سطح الإنطباق مصقولاً جيداً ويمكن تجميعه عند الصب وفتحه بعد ذلك لإخراج المسبوك.
ويصنع القالب من الحديد الزهر أو الصلب الذى يحتوى على نسبه قليله من الكروم ويمكن أيضاً أن يُصنع من البرونز أحياناً.
وقد أمكن إستخدام قالب معدنى من الزهر لإنتاج(١٥٠٠٠مسبوك) من الحديد الزهر أو (١٠٠٠٠ مسبوك) من الألمنيوم.
والشكل (٢-٢) يوضح قالب معدنى بسيط مكون من نصفين لإنتاج مسبوك عباره عن مكبس سيارة من الألمنيوم:



شكل (٢ – ٢) قالب معدنى لإنتاج مكبس سيارة من الألمنيوم

٢ – ٣ – ٢ : مزايا طريقة القالب المعدنى

١- الحصول على منتجات عالية الجودة.
٢- عدم الإعتماد على مهارة العامل للحصول على منتجات سليمة.
٣- خلو المسبوكات من العيوب الناجمة عن الرمال أو القلوب أو طريقة الصب.
٤- إنخفاض تكلفة العمالة مقارنةً بالطرق اليدوية للسباكة.
٥- صغر التجاوزات فى المنتج ودقة عالية فى الأبعاد.
٦- الإنتاجية العالية.

ولسباكة الإسطمبات عادةً مزايا عديدة حيُث يعتمد عليها حالياً فى معظم خطوط الإنتاج – ويمكن إطالة عمر القالب المعدنى وتسهيل عملية إخراج المسبوكات بطلاء فجوة القالب ببعض المـــواد التى تساعد على عدم إلتصاق المسبوك بجسم القالب.

٢-٣: طريقة سباكة القوالب المعدنية بالضغط

تُنتج المسبوكات بهذه الطريقة بواسطة دفع المعدن المنصهر بواسطة ضغط معين ودفعه فى قالب معدنى خاص- وتتم هذه العملية تحت ضغط عالى يتراوح بين (١٠٠ : ٥٠٠ ضغط جوى) كما تصل سرعة دفع المعدن إلى القالب نحو(٦٠متر) فى الثانية.
وتعتبر هذه الطريقة أسرع وأرخص و أنجح الطرق فى إنتاج المسبوكات وهى إحدى الطرق التى نمت مع نمو صناعة السيارات - ويصنع بهذه الطريقة مسبوكات يصل وزنها إلى (٢٠ كجم) أو أكثر - ويُقتصر إستخدام هذه الطريقة على المعادن غير الحديدية مثل الألمنيوم والزنك والرصاص والماغنسيوم وغيرها - وأيضاً سباكة الحديد الزهر والصلب حيث تُنتج بهذه الطريقة مسبوكات ذات جدران رقيقة يصل فيها سمك المعدن إلى (٢ مم).
ويمكن الحصول على معدل إنتاج يتراوح بين (٢٥٠ : ٥٠٠ قطعة فى الساعة الواحدة) بالإضافة إلى نظافة المُنتج من الشوائب وجودته العالية التى قد تصل إلى إستخدام المُنتج مباشرةً بدون أى عمليات تشطيب.

تركيب القالب المعدنى(الاسطمبة)

يتركب القالب المعدنى الذى يستخدم فى عمليات السباكة بالقوالب المعدنية بالضغط عادةً من جزئين من الصلب ويحتوى كل منهما على جزء من الفرمة ويشبه القالب الثابت مع سطح إنفصال رأسى ويطلق على الجزء الثابت من القالب (الغطاء) - كما يطلق على الجزء المتحرك (الطارد) وقبل دفع المعدن المنصهر فى القالب يجب إحكام غلقه وتأمينه.
وبمجرد دفع المعدن وإستقراره داخل القالب وتجمد المسبوك يفك القالب من تأمينه ويُفتح ثم يُطرد المسبوك.
وتكرر العملية كلما أُريدَ إنتاج عدد كبير من المسبوكات وعادةً تصنع الإسطمبات المُستخدمة فى الحصول على منتجات سبائك الزنك من حديد الصلب الذى يحتوى على (٠,٤٥% كربون - ٠,٧٥% منجنيز- ٠,٨٥ % كروم).
أما الإسطمبات المستخدمة فى الحصول على منتجات الألمنيوم تُصنع من صلب يحتوى على (٠,٣٧% كربون - ٥,٢٥% كروم - ٤,٥% تنجستين - ٥% كوبلت).
بذلك يضمن الضغط الذى يُسلط على المعدن السائل عند حقن القوالب وتمام إمتلاؤها بالمعدن وإتخاذ المسبوكات لأدق تشكيلاتها وإقلال المسامية فى المقاطع السميكة للمسبوكات نفسها.

يُضاف إلى ذلك بنية المسبوكات المعدنية تكون دقيقة الحبيبات وبالتالى تكون مقاومتها عالية وذلك نتيجة تبريدها السريع فى قالب الصب وفى كثير من الأحيان تعتبر المسبوكات بعد إخراجها من القالب وفصل المصبات عنها منتجات نهائية.

وقد تصل الدقة فى الأبعاد لهذا النوع من المسبوكات:

- فى حالة الزنك ± ٠,٠١ %
- فى حالة المغنسيوم ± ٠,٠٢ %
- فى حالة الالمنيوم ± ٠,٠٣ %

وللحصول على الضغط اللازم المستخدم فى دفع المعدن المنصهر إلى تجويف القالب (الجسم المراد سبكه) وتستعمل إما ماكينات مكبسيه تعمل بالضغط ذات غرف ضغط ساخنة أو باردة أو ماكينات تعمل بمساعدة الهواء المضغوط.

وفى أى نوع من الماكينات المستخدمة ينبغى عند تصميم القطع المنتجه بهذه الطريقة مراعاة الظروف الخاصة بها وجعل شكل المنتج المصمم ملائماً للأستخدامات الهندسية المختلفة.

٣-٤: ماكينات السباكة بالقوالب المعدنية

الفكرة العامة لماكينات السباكة بالضغط هى صب المعدن فى القالب مع قوة كافيه للتغلب على الضغط داخل فراغ القالب – لذا فان ماكينة السباكة بالضغط تشبه المكابس الهيدروليكية وللحصول على معدل إنتاج عالى تُستخدم ماكينات السبك بالضغط فيتعرض المعدن المنصهر لضغط معين – ويلحق بالماكينة فرن حيُث يصهر المعدن أو يحفظ فى درجة حرارة الإنصهار.

وتزود الماكينات بضواغط هوائية أو طلمبات مائية وذلك لضغط الغاز أو السائل لإعداد الضغط اللازم لدفع المعدن المنصهر – وأيضاً تعمل الماكينات هيدروليكياً لتأدية عملية غلق القالب والتأمين عليه.

أهم أنواع ماكينات السباكة بالضغط

يوجد نوعان من الماكينات المستخدمة فى السباكة بالضغط هما:

أ- ماكينات السباكة بالضغط ذات الغرفة الساخنة.

ب- ماكينات السباكة بالضغط ذات الغرفة الباردة.

أولاً: ماكينات السباكة ذات الغرفة الساخنة

تسمى بهذا الأسم لإحتوائها على بوتقة صهر (عكس الأنواع الأخرى) وتسمى أيضاً ذات عنق الأوزة لأن فوهة صب المعدن فيها تشبه عنق الأوزة.

وتستخدم فى المعادن ذات درجة الانصهار المنخفضة مثل:

١- سبائك الزنك.

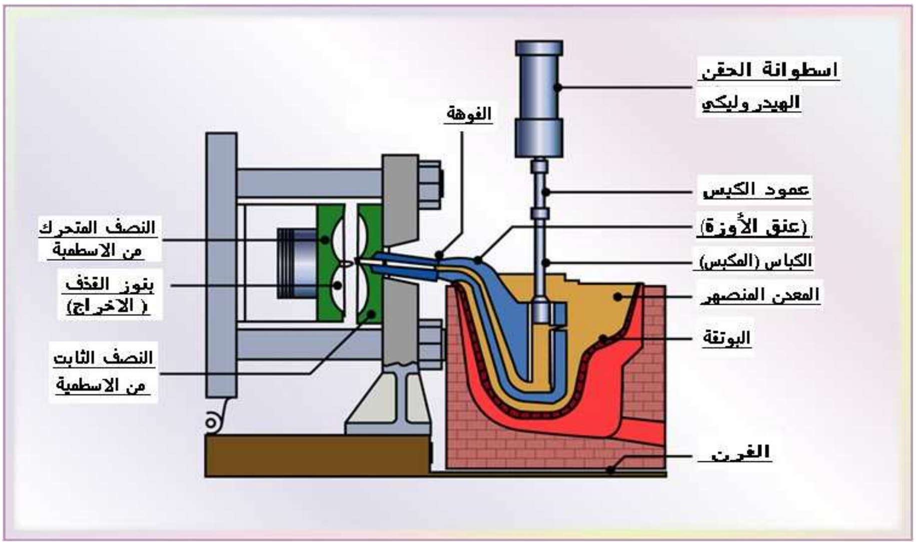
٢- سبائك القصدير.

٣- الرصاص.

ويمكن إستخدامها للألمنيوم والماغنسيوم - وفى ماكينة الغرفة الساخنه يقوم مكبس بدفع المعدن المنصهر إلى القالب (الإسطمبه)عبرعنق الأوزة (الفوهة) بضغط يصل إلى(٥ : ٥٠٠ ضغط جوى) حسب نوع المعدن وحجم المسبوك حتى يمتلىء فراغ القالب ثم يتم إخراج المسبوك من الإسطمبه بعد تركه لحظات ليتجمد.

تركيب ماكينة السباكة بالضغط ذات الغرفة الساخنة

تتركب الماكينة بصفة عامة من فرن يعمل إما بالغاز أو البترول ويتكون من وعاء معدنى للصهر وحفظ المعدن - ويبين **شكل** (٢-٣) إحدى أنواع هذه الماكينات ومعظمها يعمل أتوماتيكياً وهناك نوع من الماكينات يقوم العامل بتشغيل بعض خطواتها وتسمى ماكينات نصف أتوماتيكية.



شكل (٢-٣) ماكينة السباكة بالضغط ذات الغرفة الساخنة

وأهم أجزاء الماكينة المبينة بالشكل هى:

١- وعاء الصهر (البوتقة)

وهوعادةً يصنع من الصلب ويتم صهرالمعدن فيه وهو يشبه إلى حدٍ ما بوتقة الصهر فـــى الأفران الكهربية.

٢- الفرن

وهو الجزء الذى يتم فيه إشعال الفرن بالوقود أسفل وحول البوتقة بإستخدام السولار أو الغاز.

٣-الحاقن (انجكتور)

وهوالمغذى للفرن حيُث يختلط الهواء المضغوط بالوقود من خلاله ويتم ضخه إلـــى الفـــرن بضغط مناسب يتراوح من(٦٠٠- ٨٠٠ ضغط جوى)على البوصة المربعة.

٤-إسطوانة الحقن الهيدروليكى

وهى التى تمد القالب بالضغط المناسب من(٥: ٥٠٠ ضغط جوى) وتستخدم الهواء أو الزيت.

٥- المكبس

وهو الذى يقوم بضغط المعدن إلى الجزء المسمى بعنق الأوزة الذى يقوم بتوصـــيله إلـــى فوهة القالب.

٦- الفك الثابت

وهو عبارة عن نصف القالب المعدنى المثبت على الجزء الثابت للماكينة وبه فوهة دخـــول المعدن إلى القالب.

٧- الفك المتحرك

وهو الجزء الذى به نصف القالب الآخر ويتحرك أتوماتيكياً بعد الإنتهاء من عملية الحقـــن (الصب) لإخراج المسبوك.

٨- بنوز التسريب

وهى عبارة عن فتحات صغيرة فى النصف الثابت من القالب وظيفتها ضمان إمتلاء القالب بالمعدن وضمان خروج الهواء المتواجد داخل القالب.

طريقة العمل

تحتوى أغلب ماكينات السبك ذات الغرفة الساخنة على ماسورة الحقن (رقبة الأوزة) على أن تكون غاطسه فى خزان المعدن المنصهر.

ويقوم الرافع الميكانيكى بالتحكم فى رفع وخفض ماسورة الحقن وبعد إستقرارها وإنطابقها مع فتحة الصب للقالب يبدأ الهواء بالضغط على سطح المعدن المنصهر وإنسيابه عبر فتحة التغذية إلى القالب بعد إحكام غلقه وعند تمام إمتلاء فراغ القالب تقوم الماكينة هيدروليكياً بدفع الفك المتحرك عن الفك الثابت لإتمام عملية إخراج المسبوك وللحصول على عدد من المنتجات تكرر العملية حسب عدد المنتجات المطلوبة.

ويتم تنظيم السرعة والضغط لتلائم المسبوكات المختلفة حيث أن لكل معدن ضغط وسرعة تدفق

- وتزود معظم هذه الماكينات بجداول لتزويد الفنيين القائمين على تشغيلها بمعدلات الضغط والسرعة لكل معدن وأيضاً حسب السُمك ووزن المسبوك.

كما تزود هذه الماكينات بأجهزة تحكم لضمان تشغيل الماكينة المستمر وعدم حدوث أى تلفيات للمسبوك وكذلك أمن وسلامة العامل.

ثانيا: ماكينات السباكة ذات الغرفة الباردة

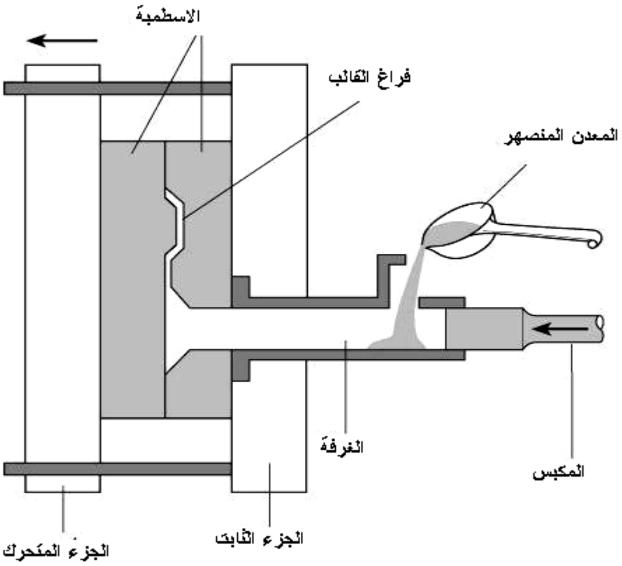
يُستخدم هذا النوع من الماكينات فى سباكة سبائك الألمنيوم والنحاس والماغنسيوم وتختلف عن ماكينة الغرفة الساخنة بالآتى:

١- الكباس والإسطوانة لا تنغمسان فى المعدن.
٢- الحصول على المعدن المنصهر اللازم من مصدر خارجى.
٣- يضاف المعدن المنصهر إلى الإسطوانة بمقدار معلوم حسب وزن المسبوك.

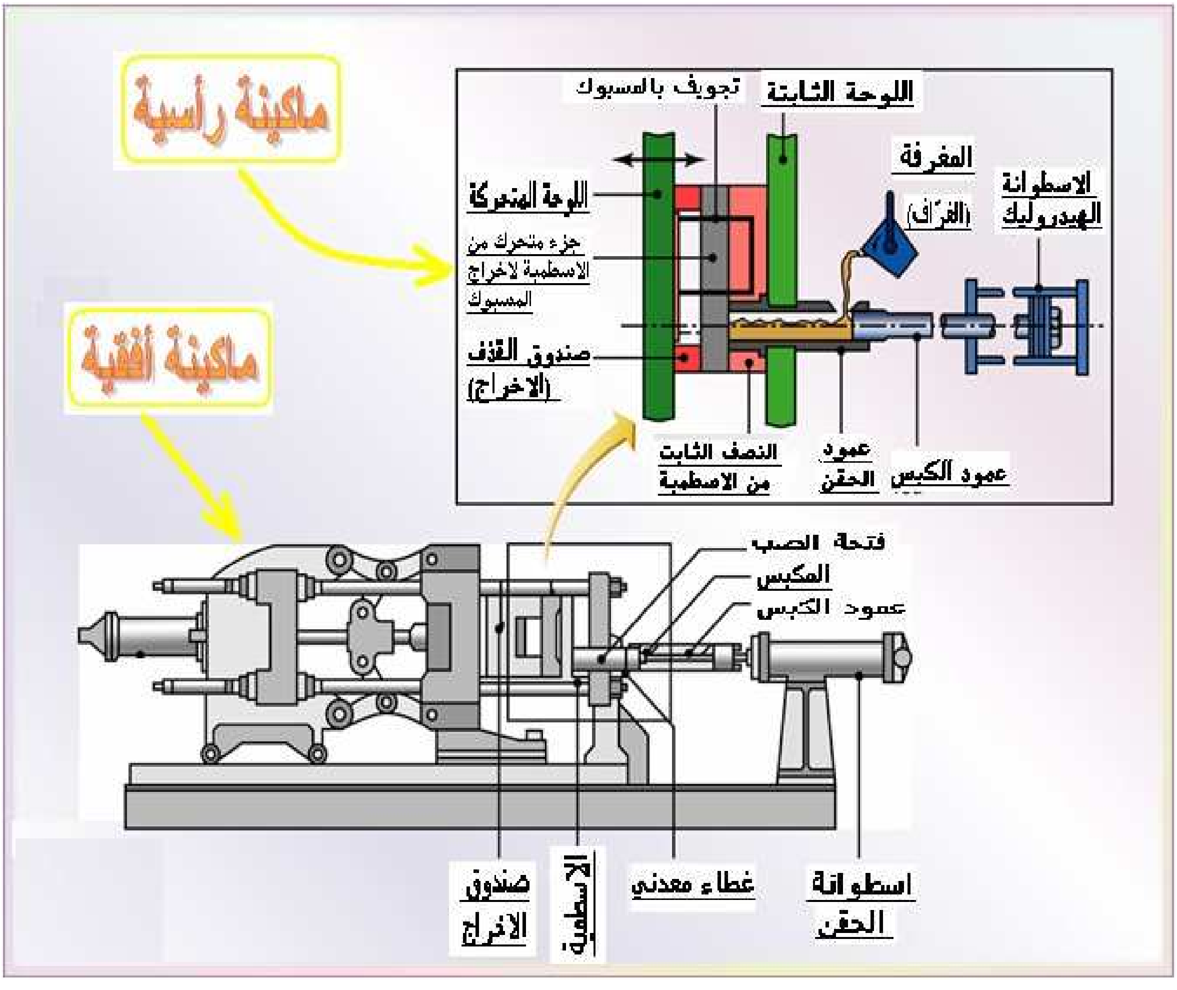
ويوجد منها نوعان حسب وضع الأسطمبه :

١- أفقى. ٢- رأسى.

والشكل (٢ - ٤) و (٢ - ٥) يبين إحدى هذه الماكينات:



شكل (٢ – ٤) رسم تخطيطى لماكينة سباكة أفقية



شكل (٢ – ٥) ماكينة السباكة ذات الغرفة الباردة الرأسية والأفقية

تركيب ماكينة السباكة بالضغط ذات الغرفة الباردة:

١- إسطوانة هيدروليكية

وتستخدم لتزويد الماكينة بالضغط أثناء عملية دفع المعدن وضخه للأسطمبة.

٢- الكباس

ويقوم بدفع المعدن هيدروليكياً داخل جسم المسبوك.

٣- اللوحة الثابتة

وهى مثبته وتستخدم فى تثبيت نصفى القالب.

٤- اللوحة المتحركة:

وهى تتحرك أتوماتيكياً لإخراج المسبوك بعد الإنتهاء من عملية الصب.

طريقة التشغيل :

١- يُضخ المعدن المنصهر فى الخزان البارد.
٢- يتحرك الكباس تحت الضغط المرتفع فيدفع المعدن المنصهر فى القالب.
٣- يستقر المعدن داخل القالب.
٤- يستمر تشغيل الماكينة فى باقى الخطوط أتوماتيكياً بتوقيت خاص.
٥- يجب أن تكون فترة إتصال المعدن المنصهر مع الكباس والخزان البارد فترة قصيرة.
٦- يجب أن تكون سرعة الماكينة أقل من سرعة ماكينة الخزان الساخن حتى تتمكن من تغذيتها بالمعدن.
٧- يتراوح معدل الإنتاج لهذه الماكينة من (٨٠ : ١٠٠) قالب فى الساعة.
٨- يضبط الضغط للماكينة حسب نوع المسبوك وسُمكه إذ يتراوح الضغط من (٤٠٠ كجم/سم^{٣} : ١٤٠٠ كجم/ سم^{٣}).

وليس هناك حدود على أنواع السبائك التى يمكن صبها بهذه الطريقة سوى نوع مادة القالب وخصوصاً للسبائك ذات درجات الإنصهار العالية- وتستخدم هذه الطريقة صناعياً لسبك الزنك – الماغنسيوم – الألمنيوم – النحاس الأصفر ، ولعل أهم ما يميز هذه الطريقة هى إمكانية إستخدامُها لإنتاج مسبوكات ذات أحجام الصغيرة بإستخدام أسطمبات من سبيكة التيتانيوم – البولبيديوم.

تطبيقات على إستخدام ماكينات السباكة بالقوالب المعدنية:

تبريد الأسطمبة:

يعتبر تبريد الأسطمبه من أهم عوامل الحفاظ على عمر أطول للأسطمبه ويتم عادةً بإستخدام رشاش (بخاخ) لسائل التبريد ، ويمكن إستخدام المـــاء أو الزيـــت أو خلـــيط مـــن المـــاء والكيروسين والزيت.

حيثُ أن إستعمال الماء وحده قد يسبب صدأ الأسطمبه كما أن التبريد بالزيت وحده أعلـــى تكلفة من أستخدام الماء وخاصةً مع الإحتياج إلى أستخدام زيوت خاصه غير قابلة للإشتعال عند درجة حرارة عالية.

كما يمكن التحكم فى رشاش التبريد بإحدى الطرق الآتية:

أ- الطريقة اليدوية

وهى طريقة أقل أمناً من الطرق الأتوماتيكية حيثُ يكون العامل أقرب إلى الخطـــر إذا تـــم لمس الأسطمبة الساخنة أو أحد أجزاء الماكينة ذات درجة الحراة المرتفعة.

لذا يجب توخى الحذر مع ضرورة إرتداء قفازات الأمان وإستعمال الرشاش المناسب حتـــى يصل للأسطمبة بسهولة دون الأضطرار للمخاطرة بتقريب أطراف العامل إلى حـــدود غيـــر آمنة بأجزاء الماكينة.

ب- التحكم الالى فى رشاش التبريد

ويتم بعدة طرق أعلاها تكلفة هى تلك الطريقة التى يستخدم فيها الذراع الآلى ولكنه لايتميز بالمرونة اللازمة مع السرعة وتعدد إتجاهات الحركة.

كما أن الذراع الآلى هو الأقرب إلى محاكاة طريقة حركة العنصر البشرى ، ويتوقف إختيار طريقة التحكم فى ذراع التبريد على حجم وشكل الماكينة والأسطمبه.

والفيصل فى إستخدام نظام التبريد هو الجدوى الإقتصادية التى تختلف من ماكينة لأخـــرى من حيثُ (عدد المنتجات – سعر المنتج – نوع المعدن – طبيعة المنتج نفسه).

وفى الماكينات الحديثة تتخلل الأسطمبة دورة تبريد بإستخدام الزيت من الداخل وذلك لحماية الصب.

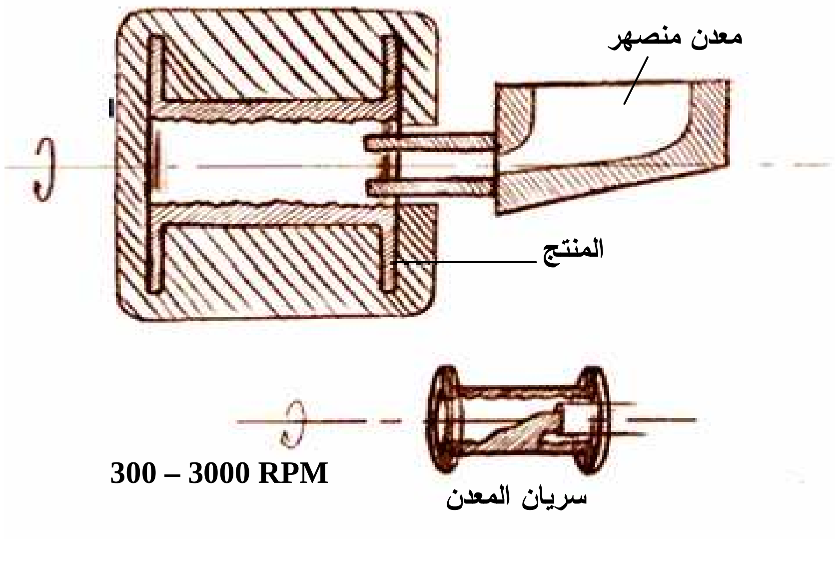
إرشادات عامة عند تصميم الإسطمبات:

١- يجب إستخدام سبائك ذات خصائص معينة فى تصنيع الإسطمبات.
٢- يجب أن تكون درجة حرارة إنصهار الإسطمبه أعلى من درجة إنصهار المعدن المراد سبكه داخل هذه الإسطمبه.
٣- أن تكون ذات مقاومة ميكانيكية عالية حتى لا تتعرض للتشوه.
٤- أن تكون ذات مقاومة عالية للتصدع بالحرارة حتى لا تترك شروخاً بالإسطمبه تظهرعلى المسبوك فتؤدى لتشوهه.
٥- يجب أن تكون طبيعة مادة الإسطمبه من النوع الذى لايلتصق بالمعدن المنصهر حتى لا يلتصق المسبوك بجسم القالب.

٣-٥: السباكة بالقوة الطاردة المركزية:

تشير هذه التسميه إلى صفة القوة المستعمله فى دفع المعدن داخل الإسطمبه أكثر من تعريفها لعملية صب معينة – وتعتبر السباكة بالقوة الطاردة المركزية من عمليات السباكة الخاصة حيثُ أن قوالب السباكة تصمم عادةً بطريقة خاصة.

وتستخدم السباكة بالقوة الطاردة المركزية فى حال إذا ما أريد الحصول على ضغط أعلى على المعدن المنصهر أثناء عملية الصب والشكل (٢-٦) يوضح السباكة بالقوة الطاردة المركزية.



شكل (٢ – ٦) السباكة بالطرد المركزى

وتستخدم هذه الطريقة لإنتاج مواسير حتى قطر(١٢٥ مم) وطول حتى (٥ م).
وتتم الطريقة الخاصة بالطرد المركزى فى دورات القالب بسرعات معينة أثناء عمليــة الــصب فيندفع المعدن المنصهر بسرعات معينة فى إتجاه خارجى نحو الجوانب وتجاه الفجوات المكونة للقالب بتاثير القوة الطاردة المركزية – **وتنقسم هذه العملية إلى ثلاثة مراحل هى:**

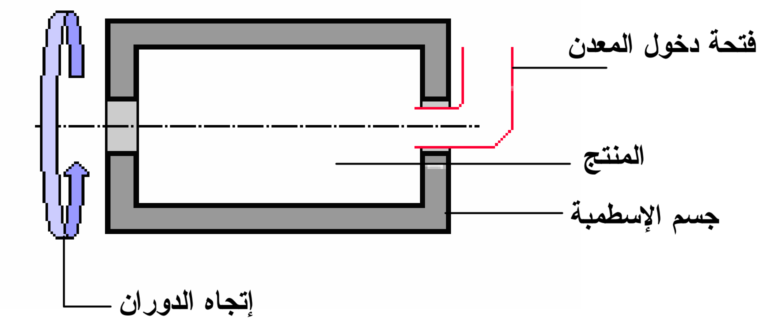
١- مسبوكات تنتج كلياً بتأثير القوة الطاردة المركزية.

٢- مسبوكات يتم صبها جزيئاً بتاثير القوة الطاردة المركزية.

٣- طريقة الصب بالتدوير وتستخدم هذه الطريقة فى إنتاج المواسير التى تصنع مــن الحديــد الزهر والأجسام الدورانية الشكل والتى تكون ذات أطوال مختلفة.

أولاً: المسبوكات التى تنتج كاملة بالطرد المركزى

تتلخص هذه الطريقة فى دوران القالب الدائرى حول محورة وهى إما أن تكون رأسية أو أفقية وذلك أثناء إندفاع المعدن المنصهر وإستقراره.
وعند إستقراره يشكل ماسورة أو حلقة دون إستخدام دلاليك فى المحور بل يستخدم فى النهايات فقط لضمان منع تسريب المعدن من الفرمة أو الهروب من الأطراف.
ويوضح الشكل(٢-٧) الطريقة الأفقية للسباكة بالطرد المركزى:



شكل(٢-٧) الطريقة الأفقية للسباكة بالطرد المركزى

وتتلخص هذه الطريقة فى دوران القالب الدائرحول محوره وهى إما تكون رأسية أو أفقية وذلك أثناء إندفاع المعدن المنصهر وأستقراره – وعند أستقراره بكل ماسورة أو حلقة دون إستعمال دليك فى المحور بل يستعمل فقط فى النهايات لمنع المعدن مــن الإنــسياب أو الهــروب عنــد الأطراف.

ويراعى الملاحظات الآتية عند السبك بهذه الطريقة:

١- أن تكون سرعة الدوران مناسبة حيثُ أن السرعة المنخفضة تسبب عيب إنزلاق المعدن وأكسدته،والسرعة الزائدة تتسبب فى تشقق طولى فى المسبوك.

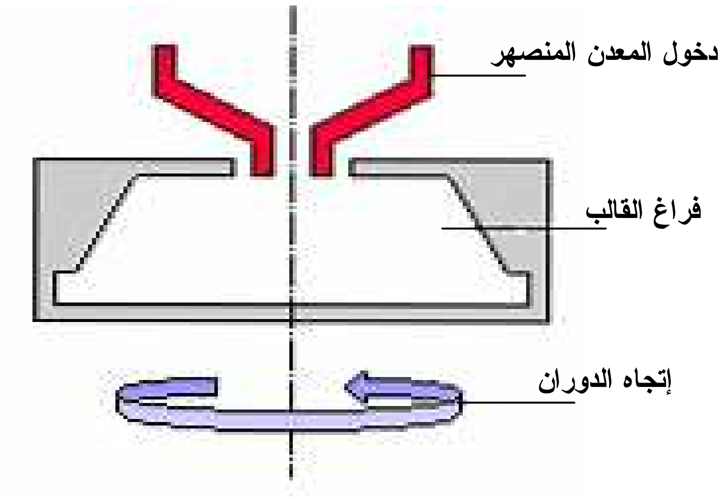
٢- تتوقف القوة الطاردة المركزية على مربع عدد الدورات فى الدقيقة وعلى القطر الداخلى للمسبوك.

٣- تُستخدم سرعات عالية فى حالة المسبوكات ذات السُمك الكبير.

٤- عند صب المعدن فى النموذج يجب الحصول على توزيع سريع ومنتظم للمعدن المنصهر بحيثُ يشغل السطح الداخلى للفرمة.

٥- تستخدم هذه الطريقة ى حالة المسبوكات التى يقل فيها القطر الخارجى للمسبوك عن طوله.

ويوضح الشكل (٢-٨) السباكة بالطرد المركزى رأسياً:



شكل (٢ – ٨) الطريقة الرأسية للسباكة بالطرد المركزى

وتستخدم هذه الطريقة فى الحالات التى يزيد فيها القطر الخارجى للمسبوك عن طوله.

ويمكن بإستخدام هذه الطريقة للحصول على معدن نظيف وذلك بسبب الدوران حيثُ تتخذ المواد الغير مرغوب فيها والموجودة بالمعدن إتجاهاً إنفصالياً نحو القطر الداخلى وتتجمع ويمكن إزالتها بواسطة الماكينات ، المعدن الناتج بهذه الطريقة مندمج لأن المعدن يتجانس تحت تأثير ضغطه.

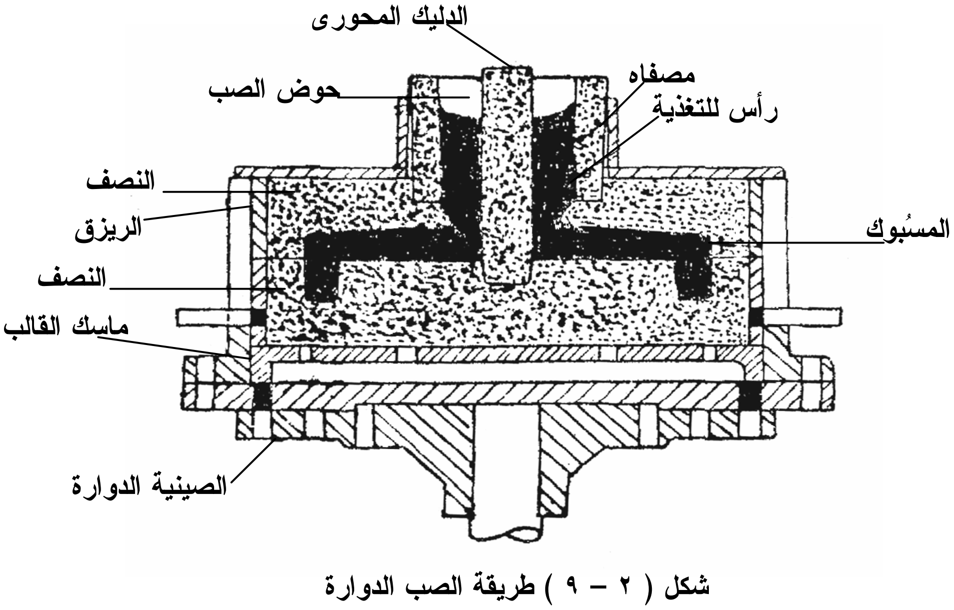
كما يمكن أيضاً الأستغناء عن الدليك المحورى وكذلك المصبات ومجارى الصب.

ثانياً: مسبوكات يتم صبها جزئياً بإستخدام القوة الطاردة المركزية

وتعتبر طريقة نصف مركزية إحدى صور القوة الطاردة المركزية ويتم فيها السبك علــى نظريــة المركزية الكاملة مع أستعمال وسيلة من وسائل السباكة العادية فى تحقيق الغرض،لهذا يطلق عليها نصف مركزية ومنها يتم التركيز بإستعمال المصبات والمجارى.
وتُستخدم عادةً فى سباكة المسبوكات الدائرية لطارة بأبسيط – فمثلاً يصب المعدن المنصهر فــى مصب كطريقة السباكة العادية حيثُ بعد إتزانه يدور حول محور رأسى ونظراً لتماثل المسُبوك حول محوره فإن المعدن المنصهر ينساب من المصب المحورى وينتشر إلى الأبــسيط بطريقــة القــوة الطاردة المركزية وإذا أريدَ إنتاج المسُبوك بثقب فى منتصفه مثلاً فيجب أستعمال دليك من الرمــل الجاف.

ثالثاً: طريقة الصب بالتدوير

وفى هذه الطريقة توضع الروازق على صينية دواره (قرصة) تدور حول محور رأسى أثناء عملية الصب وتُربط الروازق معاً بطريقة محكمة وتوضع بإتزان حول المحور.
والشكل (٢-٩) يوضح الطريقة الدوارة للصب بالقوة الطاردة المركزية:



شكل (٢ – ٩) طريقة الصب الدوارة

ولتلافى الحوادث تعمل وقاية حول جوانب الماكينة أو أحياناً تُوضع فى حفره منتظمة ويلاحــظ أن يكون المصب أو التغذية منحنية إلى الداخل لمنع خروج المعدن وإنتشاره ممــا يتــسبب بإصــابة العاملين بالمسبك

أسئلة على الباب الثانى

س١: أذكر مميزات السباكة بالقوالب المعدنية مع ذكر المعادن التى تصلح للسباكة بهذه الطريقة؟

س٢: تناول بالشرح طريقة سباكة القوالب المعدنية بالضغط؟

س٣: أشرح مع الرسم ماكينة السباكة ذات الغرفة الساخنة؟

س٤: وضح بالرسم ماكينة السباكة ذات الغرفة الباردة؟

س٥: أشرح مع الرسم طريقة السباكة بالقوة الطاردة المركزية؟

س٦: أذكر مميزات طريقة السباكة بالطرد المركزى؟

البـاب الثـالـث

حساب نـسب عنـاصر شحنـة المسبـوك

٣-١: لإنتاج مسبوكات من الألمنيوم وسبائكه.

٣-٢ : لإنتاج مسبوكات من النحاس وسبائكه.

٣-٣ : لإنتاج مسبوكات من الزهر.

٣-٤ : لإنتاج مسبوكات من الصلب الكربونى والسبائكى.

مقدمــــة

لما كان الألمنيوم النقى يعتبر مادة رديئة نسبياً فى الصب فإن مسبوكات الألمنيوم تُصنع فى الواقع من إحدى سبائك الألمنيوم،والسبائك الخاصة بمسبوكات الألمنيوم هى الـــسبائك ذات الخواص التى تناسب أغراض الصب بصفة خاصة.
وحيثُ أن هناك ما يزيد عن المائة من السبائك التى أساسها الألمنيوم تصلح للـــصب فمـــن الواضح أنه يمكن الحصول على خواص مختلفة تماماً من السبائك المتنوعة.

وتشترك جميع هذه السبائك فى نوعين من الخواص يجب أخذهما فى الإعتبار:

١- خواص المسُبوك وهى تلك الصفات المميزة للسبيكة التى يتوقــف عليهــا ســهولة أو صعوبة إنتاج مسبوكات مقبولة.
٢- الخواص الهندسية وهى تلك الخواص التــى يهــتم بهــا المــصمم أو مــن يــستعمل المسبوكات.
ويمكن إستخدام هذين النوعين من الخواص كأساس لدراسة أوجه التشابه وأوجه الإختلاف فى هذا العدد الكبير من سبائك الألمنيوم للصب.
وتتميز السبائك التى أساسها الألمنيوم بصفةعامة بكونها مجموعات تتجمــدد عنــد درجــة حرارة ثابتة.
وتحتوى على مركبات معدنية أوعناصر كما فى الحالات الزائدة ولما كانــت قابليــة معظــم العناصر المكونة لسبيكة الألمنيوم للذوبان منخفضة،كما أن السبائك الناتجة معقدة فــإن أى سبيكة أساسها الألمنيوم قد تحتوى على أطوار معدنية متعددة تكون أحياناً معقدة جــداً فــى تركيبها.
وهذه الأطوار تكون عادةً أكثر قابلية للذوبان بالقرب من درجة حرارة التصلب الثابتة منهــا عند درجة حرارة الغرفة مما يجعل فى الإمكان معاملة بعض السبائك حرارياً بتحللها وتثبيت خواصها بالحرارة.
ومن العناصر الرئيسيةالمكونة للسبائك التى أساسها الألمنيوم الخاصة بالسبك هى النحــاس الأحمر والسيلكون والماغنسيوم والزنك والكروم والمنجنيز والقصدير والتيتانيوم والحديــد الموجود عادةً ويعتبر من الشوائب.

٣-١: لإنتاج مسبوكات من الألمنيوم وسبائكه

يتميز الألمنيوم بعدة مميزات منها:

١- خفيف الوزن حيثُ أن كثافته(٢,٧١ جم/سم٣)
٢- إنخفاض درجة حرارة إنصهاره (٦٦٠ درجة مئوية).
٣- ذات معامل توصيل عالى للكهرباء والحرارة.
٤- ذو لدونة عالية إذ تبلغ الإستطالة لهذا المعدن ٤٠%.
٥- مقاومته للتآكل بفعل أكسيد الألمنيوم المتكون على سطحه من تأثير العوامل الجوية.

وتنقسم سبائك الألمنيوم إلى نوعين:

أ- سبائك قابله للسباكة فى فرم من الرمل أو قوالب معدنية.
ب- سبائك قابلة للطرق والتشكيل.

ومن أهم سبائك الألمنيوم:

- الألمنيوم مع النحاس الأحمر.
- الألمنيوم مع السيليكون.
- الألمنيوم مع النحاس الأحمر والسيلكون.
- الألمنيوم مع الماغنسيوم.
- الألمنيوم والنحاس والمغنسيوم والمنجنيز والسيليكون(الدورا لومين).

وفيما يلى سوف نذكر بعض سبائك الألمنيوم ذات الأهمية العملية:

١- النحاس

وعادةً يضاف النحاس إلى الألمنيوم لتكوين سبائك يتوقع منها تحسين الخواص الميكانيكية من حيثً الصلادة والمتانة بإزدياد نسبة النحاس الأحمر بينما تقل الممطولية. وتكون السبيكة أكثر ليونة لذلك فهى سهلة السبك جداً عن الألمنيوم النقى وتحتوى هذه السبيكة على نحاس بنسبة تختلف من(٤ : ١٢%) ويضاف(٨%) من النحاس لصناعة صناديق عمود المرفق المُستخدم فى محركات السيارات وأجزاء ماكينات الغسيل وتُستخدم سبائك الألمنيوم والنحاس التى تحتوى على مقادير بسيطة من الماغنسيوم والنيكل فى صناعة مكابس محركات الديزل الكبيرة ومحركات الطائرات.

٢- السيليكون

يوجد السيلكون فى جميع سبائك الألمنيوم التجاريةالمستخدمه فى السبك. وهو كعنصر داخل فى تركيب السبيكة يُستخدم السيليكون بكميات تصل إلى (١٤%) تقريبا.
وقابلية السيليكون للذوبان فى الألمنيوم محدودة بمقدار(١,٦٥%).
ولسبائك الألمنيوم والسيليكون خواص أفضل من سبائك الألمنيوم الأخرى وتعمل الزيادة فى السيليكون حتى نسبة (١١,٦%) على زيادة الليونة ويفيد ذلك فى جعل السبيكه مطلوبة لإنتاج مسبوكات معقدة التصميم وذات مقاطع دقيقة.
وتعرف سبائك الألمنيوم السيليكونى بصغر وزنها النوعى ومقاومتها العالية للتآكل وتفضل عن سبائك الألمنيوم الأخرى فى صناعة أجزاء السفن والسيارات والطائرات.

٣ – الماغنسيوم

عندما يوجد الماغنسيوم فى سبيكة الألمنيوم فإنه يبدى سلوكاً مشابهاً لما يحدث فى حالة النحاس الأحمر،حيثُ أن قابلية الماغنسيوم للذوبان فى الألمنيوم تزيد بتأثير درجة الحرارة بنسبة (١٤,٩%).
ويمكن إضافة الماغنسيوم بنسب تتراوح بين (٠,٧٥% : ٥ ,٧ %).
كما أن هناكَ فرصة لمعالجة السبيكه حرارياً فى مرحلة السيولة والتقسيه كما أن علاقة الخواص الميكانيكية بالنسبة المئوية للماغنسيوم تشبه مثيلاتها فى سبائك النحاس والألمنيوم – وتوجد سبائك متعددة مكونه على أساس هذا النظام الثنائى.
ويضاف الماغنسيوم عادةً للألمنيوم للحصول على مسبوكات ذات أسطح ناعمة بيضاء أقل قابلية لتغيير لونه بخلاف السبائك الأخرى.

٤- سبائك الدورا لومين

وتتكون هذه السبيكه من(٥% نحاس ، ٦ , ٠% من كلٍ من الماغنسيوم والمنجنيز والسيليكون) ، وتمتاز هذه السبيكة بالمتانه العالية والصلادة التى تنمو وتزداد مع الزمن إلى درجة قد تصل إلى الصلب الطرى وذلك فى درجة الحرارة العادية.
ومع كل هذه المميزات إلا أن أستخدام هذه السبيكه فى الصناعة محدود إذ أنها فى المقابل تفقد متانتها عند درجة (١٥٠°م).
لذلك لاتصلح لصناعة الأجزاء الميكانيكية التى تتعرض لدرجات حرارة عالية.
وتستخدم بكثرة فى صناعة هياكل الطائرات حيثُ تمتاز بخفة الوزن والمتانه العالية.

حساب وزن الشحنة من سبيكة الألمنيوم محدد بها نسب معينة من العناصر المضافة فى التركيب:

تؤثر مجموعة عوامل على نسب العناصر المضافة فى تركيب سبيكة معينة من الألمنيوم نظراً لتطاير بعض العناصر بإختلاف درجات الإنصهار وأيضاً الجو المحيط فى المسبك. وكل هذه العوامل لها تأثير مباشر فى عدم الحصول على السبيكه من مره واحدة ، ولكن لكى يمكن الحصول على النسب المطلوبة بالضبط لابد من حساب كمية الفقد أثناء عملية الصهر ومراعاة ذلك والعمل على تزويد الشحنة بالكمية اللازمة لتعويض هذا الفقد.

مثال (١)

أحسب وزن العناصر المضافة لشحنة وزنها(١٠٠كجم) تحتوى على (٣% نحاس ، ٤,. % زنك) والباقى ألمنيوم والمطلوب إيجاد وزن كلاً من هذه العناصر الداخلة فى تركيب هذه السبيكه.

الحل

وزن الألمنيوم = وزن الشحنة – وزن العناصر

ولحساب وزن العناصر كالآتى:

أولاً:

وزن عنصر النحاس = ١٠٠× $\frac{٣}{١٠٠}$ = ٣ كجم

ثانياً:

وزن عنصر الزنك = ١٠٠× $\frac{٤}{١٠٠٠}$ = ٤,. كجم

وزن عنصر الألمنيوم = ١٠٠– ٣,٤ = ٩٦,٦ كجم

ليكون تكوين الشحنه كالآتى:

١- ألمنيوم = ٩٦,٦ كجم
٢- نحاس = ٣ كجم
٣- زنك = ٤٠٠ جم

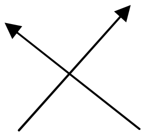
مثال (٣)

أحسب عناصر النسب المضافة لسبيكة من الألمنيوم تحتوى على (١٥% سيليكون) وذلك لنوعين من سبيكة الألمنيوم الأول خام يحتوى على (١٥,٢٥% سيليكون) والثانى من خردة يحتوى على (١٤,٨% سيليكون).

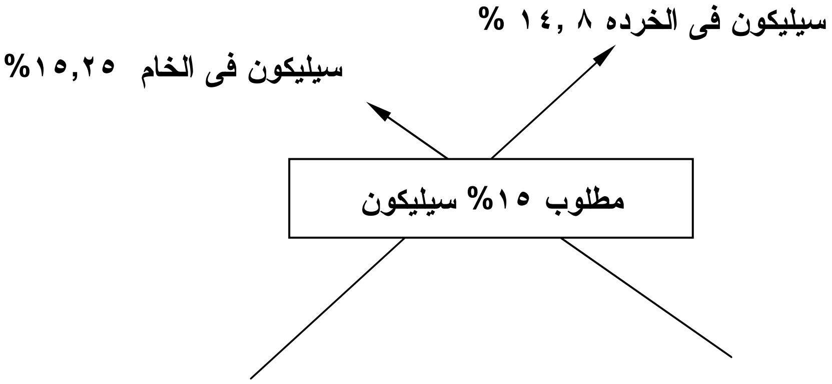
الحــل

هناك عدة طرق لحساب هذه الشحنة ولكن الطريقة الآتية هى أبسط الطرق المُستخدمة وعادةً يطلق عليها (طريقة المقص).

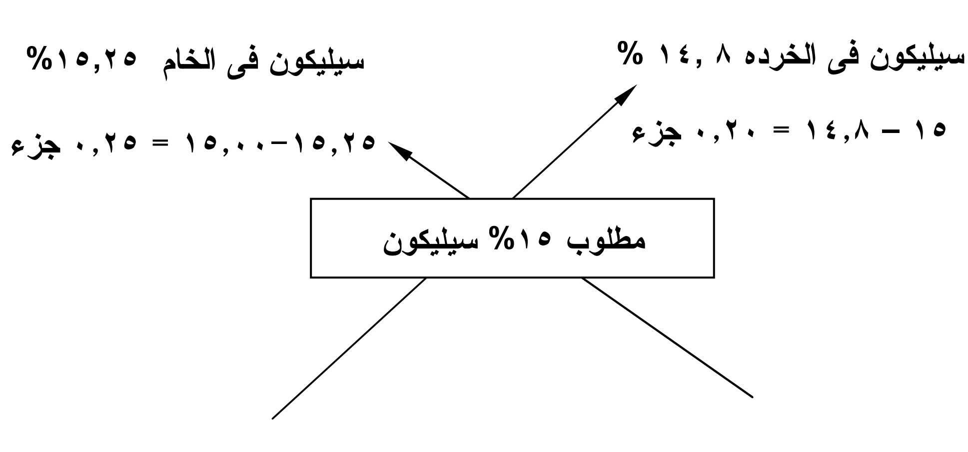
الخطوة الأولى : أرسم مقصاً كبيراً



الخطوة الثانية : أكتب على الأسهم نسبة كلاً من السيليكون المحتوى عليه الخام والخرده وعند محور المقص تكتب نسبة السيليكون المراد الحصول عليه فى الشحنة.



الخطوة الثالثة : فى أسفل الأسهم تُجرى عملية طرح بسيطة للمقادير الموضحة على الأسهم والمقدار المكتوب فى محور المقص ثم يُكتب باقى الطرح أسفل المقص.



مجموع الأجزاء = ٢ ,٠+ ٢٥ ,٠= ٤٥ ,٠ جزء من وزن الشحنه

الخطوة الرابعة : من العمليات السابقة يمكن إستخلاص النتائج الآتية :

يتم أخذ ٢٥ ,٠ جزء من الألمنيوم الخرده المحتوى على ١٤,٨% سيليكون.
يتم أخذ ٢ ,٠ جزء من الألمنيوم الخام المحتوى على ١٥,٢٥% سيليكون.

٣-٢: لإنتاج مسبوكات من النحاس وسبائكه

تُعتبر مسبوكات سبائك النحاس الأحمر من الناحية التاريخية من بين أقدم الأشياء المعدنية التى صنعها الإنسان من المعدن المنصهر.
وبما أن النحاس الأحمر يتيسر وجوده كمعدن فقد أمكن تشغيله منذ العصور القديمة إلى قطع فنية ، ودرجة إنصهار النحاس الأحمر وسبائكه مع الذهب والقصدير والزنك منخفضه بدرجة كافية تجعلها تقع فى نطاق درجات الحرارة التى يمكن الوصول إليها بإستعمال وقود الخشب أو الفحم البلدى وقد عرفَ الصناع صهر النحاس وصبه منذ عهد قديم يرجع إلى سنة ٣٠٠٠ قبل الميلاد.
ومهما كان الأمر فإن القيمة الكاملة لسبائك النحاس الأحمر كمواد تصلح للسبك كان يجب أن تنتظر التحسينات الميتالورچية التى حدثت فى بضع مئات السنين الماضية والإستكشافات التى أدت إلى وجود المعدن بوفره وتنوع أكثر فى الخواص المفيدة.

مزايا سبائك النحاس الأحمر:

هناك مزايا هندسية معينة ملازمه لإستخدام سبائك النحاس الأحمر فى المسبوكات وبعض هذه المزايا تشمل مايأتى:

١- ذو مُعامل توصيل عالى للحرارة والكهرباء.
٢- ذومقاومة عالية للتآكل.
٣- ذو صفات عالية للتحمل.

خصائص سبائك النحاس:

تُعتبر سبائك النحاس من أهم السبائك المستخدمة بكثره فى تصنيع أجزاء الماكينات والمحركات وغيرها التى يدخل فى تركيبها النحاس.
ويعتبر النحاس ذو أهمية كبيرة فى صناعة المعدات الكهربية لخواصه الميكانيكية وخاصية التوصيل الجيد للكهرباء.

درجة إنصهاره حوالى(١٠٣٥ : ١١٠٥°م) - إلا أنه يُحدث بعض المتاعب عند سباكته لإمتصاصه الأكسچين من الجو مسبباً ما يسمى بالبخبخة والنقط الصلبة ولهذا يجب العناية التامة أثناء عملية صهره لتلافى مثل هذه العيوب وذلك بأن يُغطى سطح المعدن عند إنصهاره بطبقة من الفحم النباتى أو بإستعمال السيليكون أو الفسفور كعامل مساعد.

وللنحاس سبائك مختلفة نذكر منها ما يلى:

١- سبائك النحاس الأصفر

وهو عبارة عن معدن النحاس والزنك ومن مميزات هذه السبيكه:

١- القابلية الجيدة للصب.
٢- القابلية الجيدة للتشغيل بالقطع.
٣- المقاومة العالية للصدأ.
٤- قابلية التصلد على البارد.
٥- رخيص الثمن.

وسبائك النحاس الأصفر الشائعة لا يتجاوز حدود الزنك فيها أكثر من (٥٠%) وقد يضاف لهذه السبيكة بعض العناصر الأخرى بنسب ضئيله لتعديل بعض خواصها - والنحاس الأصفر مقاومته لإجهادات تفوق النحاس النقى ولو أن ذلك على حساب جودة التوصيل واللدونه وتمتاز هذه البنية بقوة التماسك وقابليته للسحب إلى أسلاك ومواسير رفيعة وكذلك قابليته للدرفله إلى ألواح.
والنحاس الأصفر(٢٠% : ٣٦% زنك) سهل التشكيل على البارد والساخن ويتعرض هذا النوع للتآكل بالصدأ عند تعرضه للأحماض.

وبعض سبائك النحاس الأصفر هى:

١- البرونز

وهو عبارة عن سبيكه من النحاس الأصفر والقصدير وهو الخليط المعدنى الأول الذى أخترعه الإنسان (عصر البرونز) فهو يتحمل التأثيرات الكيميائية ويتصف بدرجة عالية من الصلادة - ويضاف الزنك إلى البرونز الحديث بنسب تتراوح بين (٥ ,٠% : ٦ %) كما يضاف إليه الفسفور لتحسين خواصه.

ويُستخدم فى إنتاج مجموعة كبيرة من المنتجات بالسبك وغيره من وسائل التشكيل كالدرفله والسحب فتصنع منه التماثيل والمسبوكات المعقدة كما تصنع منه زمبلك (سوستة) الساعات لمقاومتة الكبيرة للتآكل وإستقرار بنيته ومرونته كما يستخدم فى تصنيع كراسى المحاور.

وفيما يلى أهم سبائك البرونز ونسب المواد الداخله فيها وإستخداماتها:

أ- برونز العملة

تُصنع منه العملات البرونزية وهى سبيكه تحتوى على(٣,٥% قصدير + ١,٥% زنك) الذى يدخل كعامل مختزل ولرخص ثمنه ومفعوله فى السبيكه يعادل نصف مفعول القصدير.

ب- البرونز الفسفورى

عبارة عن سبائك من النحاس والقصدير المختزلة بالفسفور وتتراوح نسبة القصدير ما بين (١% : ١١% + ١,٠% فسفور) حيثُ تزداد مقاومة الإجهادات بإزدياد نسبة القصدير وكذلك يزداد الثمن – وهذه السبائك تتميز بمقاومة عالية للإجهادات والبرى ومقاومة الكسر وقد يضاف الرصاص لتسهيل التشكيل ويُستخدم لصناعة كراسى المحاور والصمامات المنزلقة.

ج –برونز المدافع

وهى سبيكه تحتوى على (١٠% قصدير + ٢% زنك) وكان قديماً يُستخدم فى صناعة الأسلحة الحربية وقد حلَ الصلب محله – ويُقتصر إستخدامه الآن على المسبوكات التى تتطلب مقاومة عالية للإجهادات والصدأ ويصعُب تشكيلها على البارد ويمكن تشكيلها على الساخن عند درجة حرارة تصل إلى (٦٠٠°م).

د- برونز النيكل

ويمتاز النيكل بدرجة الذوبان التام بجميع النسب ولذلك فهذه السبائك تُستخدم على نطاق واسع وبنسب مختلفة من النيكل وهذه الأنواع يضرها وجود آثار الأكسچين أوالكبريت أو الكربون لإنها تزيد من قصافة السبيكه بينما قد يضاف المنجنيز كعامل مختزل للأكسچين ويضاف الحديد بنسب (١ : ٢ %) لتحسين مقاومة الصدأ خاصةً فى الأجزاء المعرضه لمياه البحر.

تأثير المعادن المخلوطه مع النحاس الأصفر:

والجدول الآتى يوضح تأثير الإضافات المختلفة على خواص النحاس الأصفر:

العنصر	النسبة ٪	الخواص
الحديد	٠,٥ : ٢,٥	سبيكه قوية التماسك
الألمنيوم	٥	تتميز بمقاومة الصدأ وقوة تماسك
القصدير	٢	زيادة قوة التماسك
الرصاص	٢	زيادة الليونة وسهولة التشكيل
النيكل	٠,٥	قوة تماسك وسهولة السبك
المنجنيز	٠,٥ : ٨	زيادة إندماج الجزيئات وقوة التماسك

جدول (٣ – ١)

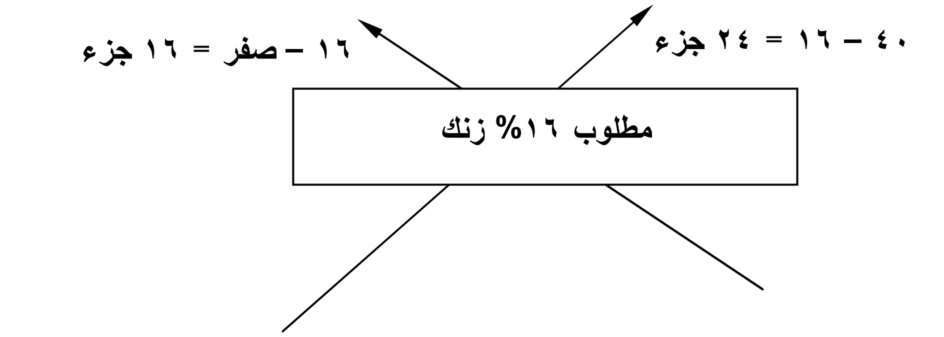
حساب وزن الشحنة لسبيكه معينة من النحاس وحساب مخاليط الشحن

مثال (٣)

شحنة مكونة من (٢٠٠ كجم) من النحاس الأصفر يراد أن تحتوى على (١٦% زنك ، ٨٤% من النحاس) علماً بأن هذه الشحنة ستتكون من نحاس أحمر خام (١٠٠%) وخردة من معدن مونتز يتكون من (٦٠% نحاس، ٤٠% زنك) والمطلوب إيجاد كل من وزن الخام والخردة اللازمة لهذه الشحنة.

الحل

أولاً: بالنسبة للمقدار١٦٪ زنك



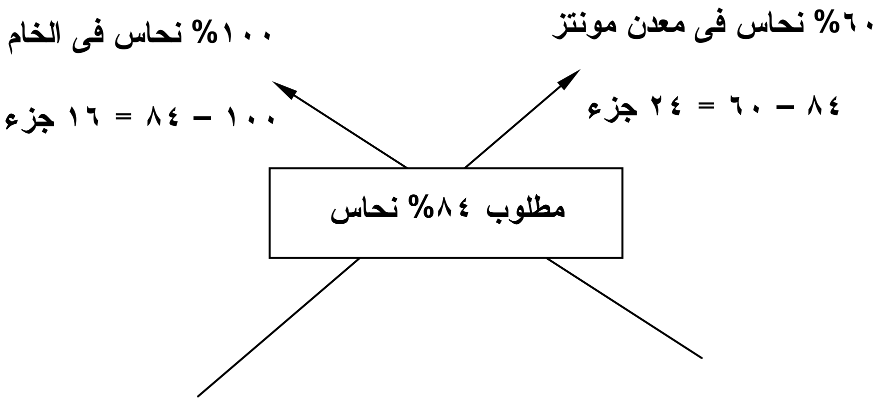
مجموع الأجزاء للشحنة = ٢٤ + ١٦ = ٤٠ جزء

وزن الجزء الواحد = ٢٠٠ ÷ ٤٠ = ٥ كجم

وزن معدن مونتز ١٦ جزء = ١٦ × ٥ = ٨٠ كجم

وزن النحاس الأحمرالخام ٢٤ جزء = ٢٤ × ٥ = ١٢٠ كجم

ثانياً: بالنسبة للمقدار ٨٤٪ نحاس



ويَلاحظ أن عدد الأجزاء المكونة للشحنة هى تماماً عدد الأجزاء فى حالة ١٦% من الزنك كما أن كلاً من جزئى الشحنة من معدن مونتز وخام النحاس هما نفس الكميتين كما فى الحالة الأولى.

٣-٣: حساب نسب عناصر شحنة المسُبوك لإنتاج مسبوكات من الزهر

تمثل انواع الحديد الزهر الجزء الأكبر من إنتاج المسابك وتوجد مسابك الزهر فى كل مكان تقوم فيه الصناعة.

أن إصطلاح الحديد الزهر عبارة عن إصطلاح جامع يشير إلى مجموعة من المواد تختلف إختلافاً كبيراً فى خواصها – وعلى العموم فالحديد الزهر هو سبيكه من الحديد والكربون بنسبة (٤% تقريباً) والسيليكون بنسبة (٣,٥%) وتكون عادةً غير قابلة للطرق بشكل نافع وهى بحالتها بعد الصب – ويحتوى الحديد المعروف بالزهر المسُبوك على بعض العناصر التى تخفض من درجة إنصهاره وتغير من خواصه المعدنية فمثلاً ينصهر الحديد عند درجة حرارة (١٦٥٠ °م) بينما ينصهر الحديد الزهر عند درجة حرارة (١٢٠٥°م). ويعتبر الكربون العنصر الأول فى أحداث أعظم التغيرات كما أن العناصر الأخرى لها نشاط فعال فى هذه التغيرات.

تركيب الزهر الخام:

يحتوى الزهر الخام عموماً من (٩٢% : ٩٦%) على عنصر الحديد ومن (٤% : ٨%) من العناصر الغريبة وتكون على شكل كربون وسيليكون وكبريت ومنجنيز وفسفور وتعتبر هذه العناصر من المواد الغريبة أو الشوائب إلا أنها هى العوامل التى تجعل الزهر المسبوك صالحاً للإستعمال الصناعى والتجارى.

أنواع الحديد الزهر:

١- الحديد الزهر الرمادى

وهو عبارة عن حديد له تركيب كيميائى يؤدى إلى توزيع جزء كبير من الكربون فى جميع أجزاء المسُبوك بعد التجمد على شكل كربون أو جرافيت خالص فى صورة قشور وعندما ينكسر الحديد الزهر الرمادى يزهر دائماً سطح رمادى قاتم.

٢- الحديد الزهر الأبيض

وهوحديد زهرله تركيب بحيثُ يوجد الكربون بعد التجمد فى صورة إتحاد كيميائى (كربيد الحديد) وعندَ الكسر يظهر مقطعه بلورياً أبيض.

٣- الحديد الزهر المقسى (المبرد بسرعة)

وهو نوع من الزهر يؤدى تركيبه إلى تجمد طبيعى مثل الحديد الرمادى لكنه يتجمد وهو أبيض فى بعض المواضع بواسطة التبريد السريع أثناء التصلب والسطوح المكسورة منه تظهر بها أجزاء من الزهر الأبيض وأجزاء أخرى من الحديد الرمادى.

٤- الحديد الزهر المرن

وفيه يكون الجرافيت فى الحديد الزهر المرن على شكل قشور بينما يكون شكل الجرافيت فى الحديد الزهر المرن على شكل كور مستديره وهو ما يحسن بدرجة ملحوظة الخواص الميكانيكية ويمكن الحصول عليه بالمعالجة الحراريه للحديد الزهر الأبيض.

الخواص الميكانيكية للحديد الزهر وإستخداماته:

نظراً لأرتفاع نسبة الكربون والسيليكون فى الحديد الزهر يتم تشكيله فقط بالسباكة والتشغيل على الماكينات إلا أن الحديد الزهر يتميز بقدرته العالية على تحمل إجهادات الضغط ومقاومة الإهتزازات لذلك يُستخدم فى صناعة قواعد الماكينات – ووجود الجرافيت فى شكل حر (سواء قشور أو كور) يمكن إعتباره كوسط تزييت أو تشحيم طبيعى ولذلك يُستخدم فى صناعة مجارى الإنزلاق أو الإجزاء المنزلقة كما فى المخارط.

تاثير العناصر الغريبة فى الحديد الزهر :

الكربون والسيليكون أهم العناصر التى تتحكم فى خواص الزهر ويعتبران العنصرين الأساسيين ونسبتهما فيه أكبر من أى عنصر آخر أما الفسفور والمنجنيز والكبريت فتعتبرغريبة وتكون نسبتها بسيطة وجدول **(٣ – ٣) التالى يبين نسب هذه العناصر فى أنواع حديد الزهر المختلفة:**

العنصر	الحديد الرمادى ٪	الحديد الابيض ٪	الحديد الزهر الرمادى ٪
الكربون	٢,٥ – ٤	١,٨ – ٣,٦	٢,٨ – ٣,٣
السيليكون	١ – ٣	٠,٥ – ١,٩	١,٤ – ٢
المنجنيز	٠,٤٠ – ١	٠,٢٥ – ٠.,٨٠	٠,٥ – ٠,٨
الكبريت	٠,٠٥ – ٠,٢٥	٠.,٠٦ – ٠,٢٠	الحد الاقصى ٠,١٢
الفوسفور	٠.,٠٥ – ١	٠,٠٦ – ٠,١٨	الحد الاقصى ٠,١٥

أولاً : الكربون

للحديد قابلية الإتحاد بالكربون حتى فى حالة الإنصهار كعملية التقسية وأيضاً يتخلص من جزء كبير منه فى غير حالة السيولة كعملية التخمير، أيضاً يتحد الحديد الخام بالكربون فى الفرن العالى وتتسبب الحرارة العالية وزيادة الوقود بالفرن العالى من إكتسابه نسبة كبيرة من الكربون – وعند صهره فى فرن الدست فإنه يكون عُرضه لكسب أو فقد الكربون ويتوقف هذا على التركيب الأصلى للمعدن وعلى ظروف الصهر عند مرور المعدن أسفل الدست يحترق جزء من كربونه وعندئذٍ يمتص المعدن المنصهر كربون أكثر كلما كانت درجة حرارة المعدن المنصهر عالية وكلما طالت فترة إتصاله بالوقود زاد إمتصاص المعدن للكربون.

ثانياً: السيليكون

يُعتبر السيليكون أسهل العناصر من حيثُ القدرة على التحكم فى نسبته وكقاعدة مريحة فى تنظيم المخاليط وبمرور الحديد بالدست يفقد عادةً الكثير من السيليكون ويتوقف ذلك على مقدار كمية الهواء ووجود الأكسچين مع الحديد المنصهر فيتحول السيليكون إلى سيليكا (أكسيد السيليكون) وكلما زادت نسبة السيليكون زادت نسبة الفقد فى الدست حيثُ يفقد الزهر السيليكون أثناء رحلته فى الدست بمقدار (٥٠ % من السيليكون).
ويُعتبرالسيليكون الموجود بالزهر يساعد على التغلب على الكثير من الصعاب فى المسبك والتحكم فى الجودة لذا يجب إستعماله بعناية وحذر.

ثالثاً: الكبريت

ويكتسب الحديد الزهر الكبريت من الوقود (فحم الكوك) وكلما زادت نسبة المنجنيز فى الزهر قلت نسبة الكبريت حيثُ يقوم المنجنيز بإمتصاصه.
وفى كثير من الحالات تكون نسبة المنجنيز عالية حيثُ يتم إنقاص نسبة الكبريت فيه أثناء عملية الصهر وتتوقف نسبة الكبريت على فى الزهر أثناء رحلته بالدست على عدة عوامل:

أ- نوع مساعد الصهر.

ب- تركيب الكوك.

ج- درجة حرارة الزهر.

حساب نسب الخلط فى الحديد الزهر :

وفى المسابك عموماً يراعى عند إنتاج نوع معين من المسبوكات حسب إستخداماتها أن تكون ذو مواصفات خاصة وخصائص معينة حسب نوع الإستخدام - ولحساب نسب الخلط بالنسبه لشحنه من الحديد الزهر يراعى معرفة وزن الشحنه والإجهادات الميكانيكية التى تتعرض لها حتى نحصل فى النهاية على السبيكة المطلوبة.

وفيما يلى بعض الأمثلة لحساب نسب الخلط فى الحديد الزهر:

مثال (١):

يراد عمل شحنة من الحديد الزهر تحتوى على (٣% سيليكون) من نوعين من الزهرالخام الأول به (٣,٤% سيليكون) والثانى(٢,٨% سيليكون) على التوالى.

الحــــل

كل ١٠٠ كجم من الشحنه تحتوى على ٣ كجم من السيليكون
وكل ١٠٠ كجم من الزهر الخام الأول يحتوى على ٣,٤ كجم من السيليكون
وكل ١٠٠كجم من الزهر الخام الثانى يحتوى على ٢,٨ كجم من السيليكون

ولحساب مقدار السيليكون الزائد فى الخام الأول على الذى فى الشحنه:

= ٣,٤ − ٣ = ٠,٤ كجم

مقدار السيليكون الناقص فى الخام الثانى عن السيليكون فى الشحنه:

= ٣ − ٢,٨ = ٠,٢ كجم
يجب أن تتكافأ الزيادة فى نوع مع النقص فى النوع الآخر

وزن الزهر الخام الثانى الذى يحتوى على نسبة من السيليكون أقل:

= (٣,٤ − ٣) × ١٠٠ = ٤٠ كجم

وزن الزهر الخام الأول الذى يحتوى على نسبة من السيليكون أكثر:

= (٣ − ٢,٨) × ١٠٠ = ٢٠ كجم

نسبة الزهر الخام الثانى إلى الزهر الخام الأول كنسبه(٢ : ١).
أى أنه فى حالة عمل شحنة مكونة من ٣ أجزاء يكون وزن الزهر الخام الثانى ٢ جزء والزهر الخام الأول جزءاً واحداً.

مثال (٣):

شحنة وزنها (١١٢٠ كجم) يراد أن تشتمل على(٢,٢% سيليكون) علماً بأن الشحنة بها (٦٧٢ كجم) من الزهر الخردة يحتوى على نسبة (٢% سيليكون) والباقى زهر خام – أحسب النسبه المئوية للسيليكون فى الزهر الخام لكى نحصل على الشحنة المطلوبة.

الحـــل

تُرسم ثلاث مستطيلات واحد منها يمثل الشحنة كاملة والمستطيلان الآخران يمثلان الزهر الخرده المُرتجع والزهر الخام المطلوب:

زهر خردة وزنه (٤٤٨ كجم) والمطلوب حساب نسبة السيليكون	زهر خرده وزنه (٦٧٢ كجم) يحتوى على ٢% من السيليكون	الوزن الكلى للشحنه التى تحتوى على (٢,٢% سيليكون)

$\because$ مجموع السيليكون فى الشحنه = السيليكون فى الخام + السيليكون فى الخرده.

$١١٢٠ \times \frac{٢,٢}{١٠٠}$ = السيليكون فى الخام + $٦٧٢ \times \frac{٢}{١٠٠}$

٢٤,٦٤ = السيليكون فى الخام + ١٣,٤٤

$\therefore$ وزن السيليكون فى الخام = ٢٤,٦٤ – ١٣,٤٤ = ١١,٢ كجم

وعليه يكون وزن السيليكون الذى ينبغى أن يحتوى عليه الزهر الخام الذى وزنه ٤٤٨ كجم هو ١١,٢ كجم.

$\therefore$ النسبه المئوية للسيليكون فى الزهر الخام = $\frac{٢,١١}{٤٤٨} \times ١٠٠$ = ٢,٥%

٣-٤: لإنتاج مسبوكات من الصلب الكربونى والصلب السبائكى

يعتبر الصلب والحديد الزهر من أهم المواد المعدنية وأكثرها إنتشاراً فى الصناعة ويتكــون من سبائك الحديد والكربون - ويكتسب الصلب والزهر خواص خاصة مطلوبه عند إضــافة بعض العناصر السبائكية.

وينقسم الصلب إلى قسمين رئيسيين هما الصلب الكربونى والصلب السبائكى:

أ- الصلب الكربونى

وهو سبيكه من الحديد والكربون أو (الحديد وكربيد الحديد) وينقسم إلى قــسمين حسب نسبة الكربون:

- صلب انشائى أقل من (٠,٦ %) كربون.
- صلب العدة يحتوى على (٠,٦ : ١,٢) كربون.

ب- الصلب السبائكى

ويشتمل على عناصر مختلفة لتكون سبائك بينها وبين الحديد والكربون وبعــض الــشوائب التى تغير من خواص الصلب مما يستوجب الحد من وجودها فى أضيق الحدود.
ولعمل نسب خلط المسبوكات من الصلب يُتبع نفس الطرق المعتاده فى حساب نــسب خلــط حديد الزهر وعموماً توجد نسب متعارف عليها لإنتاج الصلب وسبائكه تُعتبر أكثر شيوعاً فى إنتاج صلب البواتق.

١- صلب البواتق العادى (منخفض الكربون)

وتتركب الخلطة من:

٥٠% صلب خرده
٤٩% من أسياخ صلب اليايات
١% هيماتيت

٢- خلطة مكونة من أسياخ سويدية بدلاً من أسياخ اليايات وفى هذه الحالة نحصل علــى الكربون المطلوب بإضافة سبيكة حديد منجنيزى قرب نهاية صهره.

٣ – صلب العده (مرتفع فى نسبة الكربون)

يتركب هذا الصلب الصالح لصناعة المَبارد مثلاً والــذى يحتــوى علــى (٣٥ ,١%) مــن الكربون.

٣٥% زهر خام سويدى

٣٥% من أسياخ اليايات

٤ – صلب بواتق لأغراض خاصة

تتركب هذه الخلطة من الصلب تبعاً للغرض المطلوب ويُـستعمل فيهـا عـادةً الـسيليكون والتنجستين والكروم أو النيكل بالإضافة إلى النسب السابقة بنسب مختلفــة تبعــاً لدرجــة الكربون المطلوب وعادةً تضاف السبيكه المطلوبه مع الشحنه وتُدخل نسبة كربونهــا فــى الإعتبار.

أسئلة على الباب الثالث

١- أحسب نسب السيليكون اللازمة فى شحنه تزن (٤٠٠٠ كجم) وتحتوى على (٨٠ كجم) من السيليكون ؟

٢- إذا كانت نسبة السيليكون فى الزهر (١% : ١,٤%) بحيثُ تكون نسبة السيليكون (١,٢%) أوجد نسب الخلط ؟

٣- شحنه من البرونز الفسفورى وزنها (٣٠٠ كجم) مطلوب أن تحتوى على (٠,٣%) من الفسفور و (١١%) من القصدير والباقى نحاس- والمطلوب كالآتى معرفة وزن العناصر التى تتكون منها الشحنه هى نحاس خام ونحاس فسفورى يحتوى على (١٥%) فسفور.

٤- شحنه مكونة من (٧٢٠ كجم) من النحاس الأصفر يراد أن تحتوى على (١٦%) زنك و (٨٤%) نحاس علماً بأن هذه الشحنه ستتكون من نحاس أحمر خام وكذلك من معدن من النحاس يتكون من (٦٠% نحاس - ٤٠% زنك) والمطلوب إيجاد وزن كل من الخام والخردة.

٥- أذكر أنواع الصلب وسبائكه ؟

٦- تناول بالشرح أنواع سبائك الصلب الأكثر شيوعاً فى الصناعة ؟

البـــاب الـرابـــع

حساب فتحات الصب والمغذيات

٤–١: حساب فتحة الصب.

٤–٢: الشكل الهندسى لمكونات نظام الصب.

٤–٣: الشكل الهندسى للمغذيات وتحديد مواصفاتها.

٤–٤: المبردات.

مقدمـــة :

أنظمة المصبات هى مجارى وقنوات الصب النازله والصاعدة والتى ينساب من خلالها المعــدن المنصهر ليملأ فراغ القالب والتى يتجمع فيها المعدن المنصهر الزائد لتعويض النقص النـــاتج عند الإنكماش أثناء التجمد.

أهمية أنـظمة المصبات:

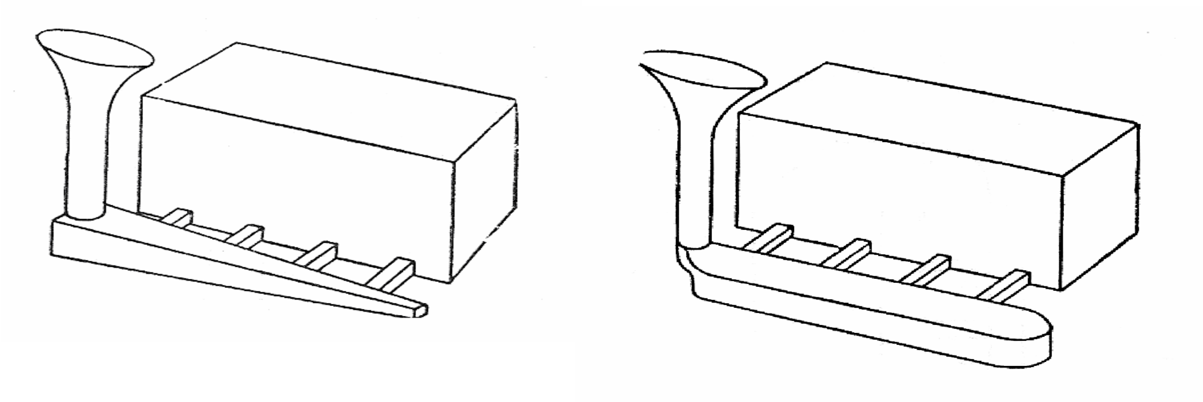
١- تأمين تغذية مستمرة ومتجانسة وغير مضطربة للقالب بالمعدن المنصهر على أن تتم بمعدل مناسب.
٢- منع الخبث أو الرمال من الدخول لفجوة القالب.
٣- منع أو تلافى حدوث ظاهرة تآكل جدران القالب نتيجة إندفاع المعدن.
٤- تزويد القالب بالمعدن المنصهر أثناء عملية التجمد والتقلص.
٥- تأمين أفضل ميول لدرجات الحرارة.

أنواع أنـظمة الصب:

يمكن تقسيم أنظمة المصبات حسب المستوى الذى يتم بموجبه تزويد أو تغذية القالب بالمعدن.

أ- أنظمة المصبات الأفقية (شكل ٤-١- أ).

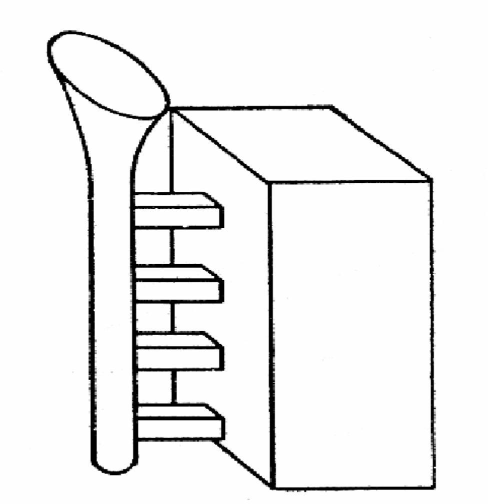
وفيها يندفع المعدن إلى فراغ القالب أفقياً.



الشكل (٤-١- أ) انظمة المصبات الأفقية

ب - أنظمة المصبات الرأسية

وفيه يندفع المعدن لفراغ القالب أفقى شكل (٤ – ١ – ب)



شكل (٤ – ١ – ب) أنظمة المصبات الرأسية

المصبات:

تؤمِن المصبات تغذية مستمرة بالمعدن المنصهر للقالب وتتوقف تسمية أجزائها على الوظيفة التى تقوم بها وتتألف من ثلاثة عناصر شكل (٤–٢):

أولاً: حوض أو قمع الصب

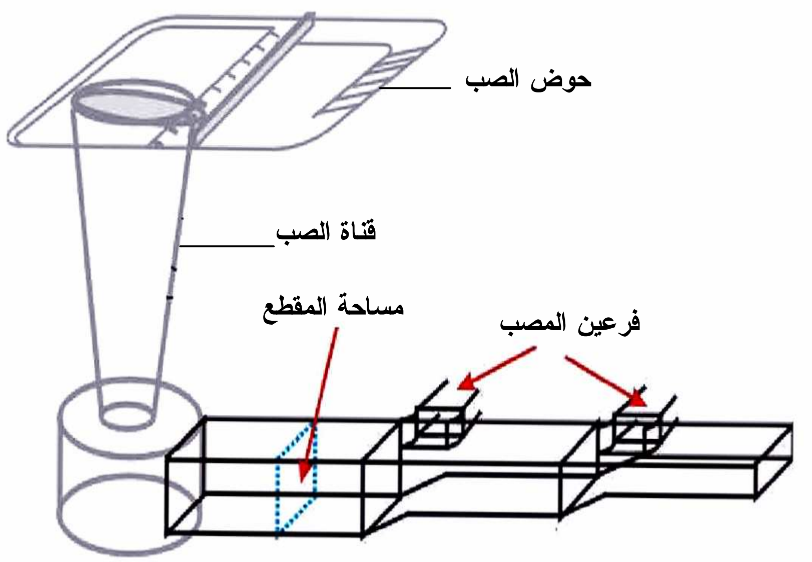
وهو عبارة عن خزان يصب فيه المعدن من بوتقة الصب فيوجه إلى مجرى عمود المصب ويضمن تغذية مستمرة للقالب بالمعدن المنصهر ويعمل على تقليل سرعة إندفاع المعدن للقالب ويمنع الخبث الذى يطفو على سطح المعدن لخفة وزنه وبالتالى يمنع دخوله إلى فراغ القالب.

ثانياً: مجرى عمود المصب

وهى عبارة عن قناة رأسية وغالباً ما تكون على هيئة مخروط ناقص مسلوب إلى أسفل بسلبه (٢ : ٤%).

ثالثاً: المصب

وهو الجزء الذى يصل فجوة القالب بمجرى عمود المصب وقد يكون جزء واحد أوعدة أجزاء.



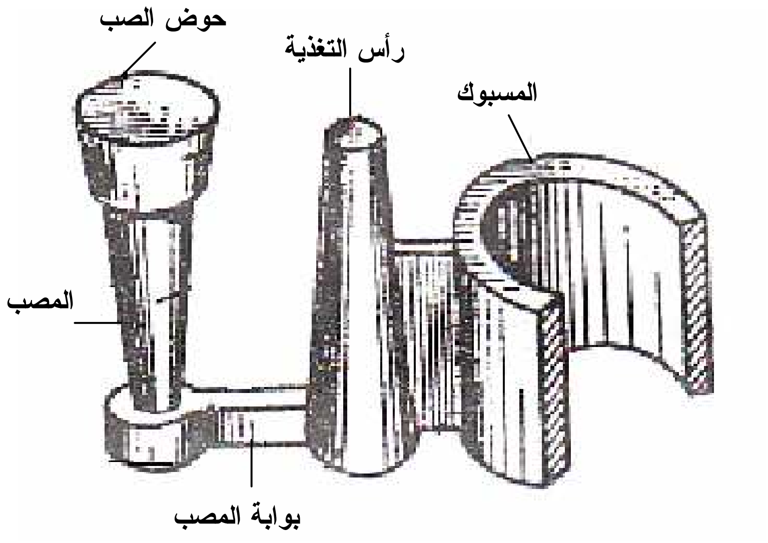
شكل (٤ – ٢) أجزاء المصب

أنواع المصبات:

يمكن تشكيل النوازل أو المصبات بصورة مباشرة داخل الرمل أو شراؤها جاهزة وفيما يلى الأنواع المعروفة للمصبات.

أ – المصبات العليا

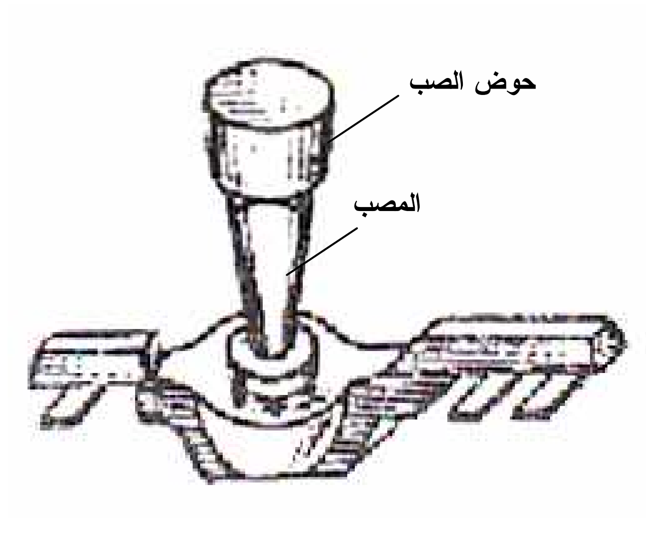
ويقتصر إستعمال هذا النوع على القوالب الصغيرة نسبياً والتى لها تصميم بسيط أو على المسبوكات الضخمة المصنوعة من قوالب تقاوم التآكل فى سطح القالب نتيجة إندفاع المعدن المُنصهر داخل القالب وغالباً ما يَحتجز المعدن غير المنتظم الهواء الذى يسبب تأكسده كما فى شكل (٤ – ٣ – أ).



شكل (٤ – ٣ – أ) المصبات العليا

ب – مصبات الحد الفاصل

ويسهُل عملها عند الحد الفاصل للقالب إلا إنه عندما يكون المستوى الفاصل بعيداً عن قاع القالب يصبح جريان المعدن مضطرب أو منفعل وبالتالى يؤدى لإنهيار جدار القالب أو تآكله كما فى شكل (٤ – ٣ – ب).



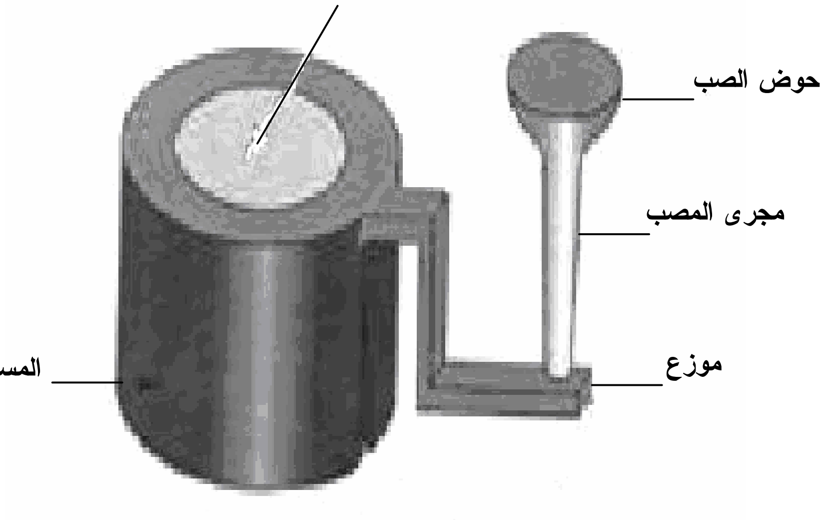
شكل (٤ – ٣ – ب) مصبات الحد الفاصل

ج – النوازل السفلية

ويفضل إستعمالها لإمكان التحكم فى سرعة دخول المعدن إلى فجوة القالب ويقلل إضطرابه وبالتالى تلافى حدوث تآكل جدران القالب.

غير أنه لا يفضل إستخدامة مع الصواعد العلوية وذلك لأن المعدن يعطى حرارته للقالب فيتجمد المعدن وتنقطع التغذية عن القالب وحدوث تقلص المسبوك.

ويفضل أستعمال النوازل السفلية مع الصواعد الجانبية خاصة وأنه فى هذه الحالة يمكن لجدران حفرة الصاعد أن تُسخن أثناء جريان المعدن خلالها لملىء فجوة القالب كما فى شكل (٤ – ٣ – ج).



شكل (٤ – ٣ – ج) النوازل السفلية

٤-١: حساب فتحة الصب

يتم تحديد أبعاد أنظمة الصب على أساس مساحة المقطع لقناة التغذية – فإن معدل إمتلاء فجوة القالب بالمعدن المنصهر وأبعاد كل العناصر الأخرى فى النظام الذى يتعلق بحجم ومقطع هذه القنوات **والعوامل التى يجب أن تؤخذ فى الإعتبار عند حساب مقطع قناة الصب:**

١- سمك جدار المسُبوك. ٢- شكل المسُبوك. ٣- حجم المسُبوك .

٤- وزن المسُبوك. ٥- نوع مادة المسُبوك.

ويفيد فى تصميم أنظمة الصب فى المقام الأول الدراسة الأولية لسريان المعدن المُنصهر فى المجارى الرأسية والأفقية.

ويوجد هناك طريقة حسابيه يمكن بها حساب مساحة أضيق مقطع فى نظام الصب:

$$س = \frac{و \times ١٠٠٠}{ث \times ن \times ك \sqrt{٢ \times د \times ع}}$$

حيثُ:

س : مساحة أضيق مقطع فى نظام الصب بالمتر المربع ويكون فى بوابات الصب فى حالة النظام المُنضغط ويكون بأسفل المصب فى حالة النظام الغير منضبط.

و : وزن المعدن المصبوب داخل فراغ القالب(كجم).

= وزن المسبُوك + وزن نظام الصب

ث : كثافة المعدن المنصهر (جم/ سم^٣).

ن : زمن الصب بالثانية.

ك : معامل الإحتكاك.

د : عجلة الجاذبية الأرضية = ٩٨١ سنتميتر / الثانية المربعة

ع : الإرتفاع الضاغط الفيرو أستاتيكى بالسنتميتر.

ويُوضع ١٠٠٠ عند إحتساب (و) كجم.

أولاً: حساب وزن المعدن المسُبوك داخل فراغ القالب(و) كجم:

وزن المعدن (و) هو وزن المسبُوك مضافاً إليه وزن نظام الصب ويتم تحديد الوزن عن طريق حساب حجمهُ وذلك بتقسيم المسبُوك وإعتباره عدة أشكال هندسية بسيطة مثل (المكعبات والإسطوانات ومتوازى المستطيلات٠٠٠ إلخ) وبالتالى يسُهل حساب الحجم الذى يمثل المسبُوك بدقة كبيرة:

وزن المسبُوك (و) = حجم المسبُوك × كثافة المعدن كجم

ويراعى بالطبع الأخذ بالأعتبار سماحات التشغيل التى تضاف على الأبعاد وحجم المسبُوك – أما وزن نظام الصب يكون نسبة مئوية من وزن المسبُوك تتراوح بين (٣٠-٦٠%) من وزن المسبُوك وذلك حسب نوع المعدن ووجود مصعد (رأس تغذية) من عدمهُ.

ثانياً: حساب زمن الصب (ن)... ثانية

ن = م × $\sqrt[3]{\text{ت × و}}$ ثانية

حيثُ (ن): زمن الصب بالثانية

(م) : معامل يعتمد على درجة حرارة الصب وطريقة الصب وجدول (٤ – ١) يبين قيمة هذا المُعامل.

(ت) : تخانة المسُبوك بالمليمتر.

(و) : وزن المعدن المُنصهر = وزن المسُبوك + وزن نظام الصب.

درجة حرارة الصب	صب سفلى	صب جانبى	صب علوى
عادى	١,٣	١,٤	١,٥ –١,٦
مرتفعه	١,٤–١,٥	١,٥–١,٦	١,٦ –١,٨

جدول (٤ – ١) قيمة المعامل طبقاً لدرجة حرارة وطريقة الصب

كما يمكن أيضاً تقديرالمُعامل (م) حسب وزن المسُبوك للزهر والصلب حسب جدول (٤ – ٢):

وزن المسبُوك	قيمة المُعامل (م)	
	حديد زهر	صلب
مسبوكات صغيرة أقل من واحد طن	١,٤: ١,٦	١: ١,٥
مسبوكات متوسطة من (١ : ١٠) طن	١,٦: ١,٩	١,٢: ٢
مسبوكات وزنها من (١٠ : ٥٠) طن	١,٩ : ٢,٣	١,٨: ٢,٨

جدول (٤ – ٢) قيمة المعامل طبقاً لوزن المسُبوك

ويمكن حساب قيمة هذا المُعامل (م) بالنسبة للمعادن غير الحديدية كما بالجدول (٤ – ٣):

المعدن	المُعامل (م)
برونز	٢ : ٢,١
نحاس أصفر	١,٩
سبائك ألمنيوم	٢,٢ : ٨,١

جدول (٤ – ٣) قيمة المُعامل لبعض المعادن الغير حديدية

تحديد مُعامل الإحتكاك (ك)

يتوقف إختيار مُعامل الإحتكاك (ك) على المقاومة الهيدروليكية التى يلاقيها المعدن المُنصهر أثناء سريانه فى مجارى نظام الصب ويختلف حسب نوع المعدن وجدول (٤ – ٤) يوضح تحديد قيمة هذا المعامل:

مقاومة القالب تبعاً لتعقيدات شكل المسبُوك	المعامل (ك)			
	قوالب لسبك الصلب		قوالب لسبك الزهر	
	خضراء	جافة	خضراء	جافة
بسيطة	٠,٤٢	٠,٥	٠,٥	٠,٦٠
متوسطة	٠,٣٢	٠,٣٨	٠,٤٢	٠,٤٨
عالية (معقده)	٠,٢٥	٠,٣	٠,٣٥	٠,٤١

جدول (٤ – ٤) قيمة مُعامل الإحتكاك (ك) حسب درجة تعقيد الشكل ونوع المسبُوك

أما المعادن غير الحديدية فيتم تحديد قيمة معامل الإحتكاك (ك) على أساس جدول (٤ – ٥).

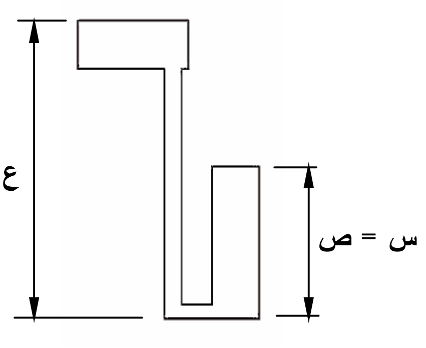
نوع المعدن وطبيعة المسبوك	المعامل (ك)
سبائك الألمنيوم	٠,٠٥٧ – ٠,٢٧
مسُبوكات معقدة ذات جدار رقيق	٠,٣ – ٠,٤
مسُبوكات ذات جدار سميك	٠,٧ – ٠,٨

جدول (٤ – ٥) قيم معاملات الإحتكاك (ك) فى حالة المواد الغيرحديدية

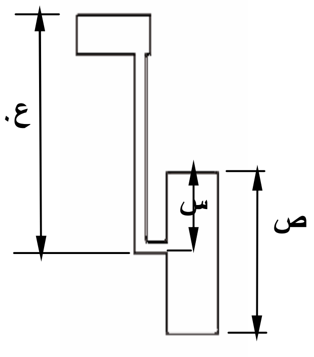
حساب قيمة الإرتفاع الضاغط الفيرو أستاتيكى (ع) للمعدن المنصهر

ويتوقف حساب قيمة هذا الإرتفاع الضاغط (ع) على توزيع مداخل الصب كما هو موضح بالــشكل (٣ – ١) والتى يتم تصنيفها كالآتى:

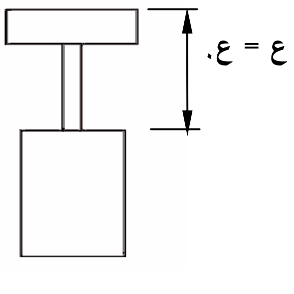
أ- مداخل سفلية حيثُ يتسرب المعدن المنصهر خلال مستوى قاع التجويف.



ب- مداخل وسط أو جانبية (عند سطح الإنفصال):



ج- مداخل علوية يسقط المعدن خلالها رأسياً إلى تجويف القالب.



شكل (٣-١) أنواع مداخل المصب

ويحسب الإرتفاع (ع) بالمعادلة :

$$ع = ع. - \frac{س^2}{2\ ص}$$

حيثُ:

ع : الإرتفاع الضاغط الهيدروستاتيكى للمعدن المنصهر.

ع. : إرتفاع المصب.

س : إرتفاع فجوة القالب فى الفرده الغطاء.

ص : الإرتفاع الكلى للفجوه.

وعلى ذلك ففى حالة المداخل السفلية يكون الإرتفاع الضاغط هو :

$$ع = ع. - \frac{ص}{2}$$

وفى حالة المصب الجانبى عند سطح الإنفصال هو:

$$ع = ع. - \frac{س^2}{2ص}$$

وفى حالة الصب من أعلى فتحسب (ع) كالآتى:

$$ع = ع.$$

تحديد نسب مقاطع مجارى نظام الصب

يطلق تعبير نسب مقاطع مجارى نظام الصب على النسبه بين:

مساحة مقطع المصب : مساحة مقطع الموزع : مساحة مقاطع بوابات الصب

وبإختصار تُكتب هكذا (مصب : موزع : بوابات).

فمثلاً إذا أفترضنا أن مساحة مقطع المصب (١سم^2) ومساحة مقطع الموزع (٣سم^2) ونظام الصب له ثلاث بوابات مساحة كل منهما (١سم^2) تكون النسبة (١: ٣: ٣).

وتحتلف هذه النسب بإختلاف نوع المعدن المراد سبكه.

وجدول (٤ – ٦) يوضح النسب بين مقطع المصب والموزع والبوابات:

نوع المعدن	نسب مساحة المقطع لنظام الصب		
	المصب :	الموزع :	البوابات
حديد زهر رمادى	٤ أو ١,٥ أو ١,٢	٣ ١,٥ ١,٥	٢ ١ ١
حديد زهر طروق	١,٥	١,٢٥	١
صلب مسبوك صب عادى صب من أسفل	 ١,٦ ١,٨	 ١,٣ ٢	 ١ ٢,٢
سبائك الألمنيوم	١,٢ أو ٤	١,١ ٣	١ ٢
سبائك الماغنسيوم	١	١	٢
سبائك النحاس	٣ أو ١,٥	٢ ١,٢٥	١ ١

جدول (٤ – ٦) يوضح النسب بين مقطع المصب والموزعات والبوابات

٤– ٣: الشكل الهندسى لمكونات نظام الصب (قناة الصب – الموزع – مجارى الصب)

وتُصمم فتحات الصب بحيثُ يمكن توصيل المعدن من حوض الصب إلى قالب المسبُوك والهدف من تصميم أنظمة المصبات الحصول على الأبعاد المُناسبه لفتحات الصب – ويتكون نظام المصب من:

١– حوض المصب

الموضح فى شكل (٤ – ٤ – أ) وفيه يُصب المعدن ويدخل من الفتحة المتجهة إلى أسفل وقد يُنحت فى النصف العلوى للقالب أو يُشكل بالعدد اليدوية المستخدمة فى المسبك ويُوضع فوق

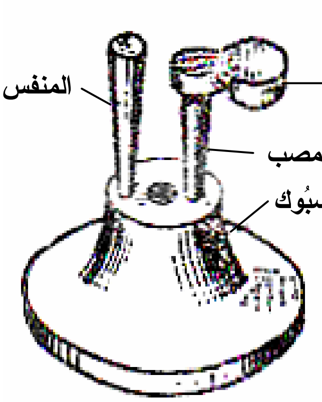
القالب – ويعمل على التقليل من الطرطشة أثناء الصب وأضطراب المعدن ولكى يساعد على دخول المعدن النظيف فقط إلى الفتحة المتجهه لأسفل وقناة المصب ويتخذ دائماً المقطع الدائرى ويحسب بالعلاقة:

$$ق_1 = \sqrt{\frac{4 \times \text{مساحة العنق}}{ط}}$$

حيثُ أن $ق_1$ قطر العنق وهو القطر الأصغرللمخروط.

$$ق_2 = 2\ ق_1$$

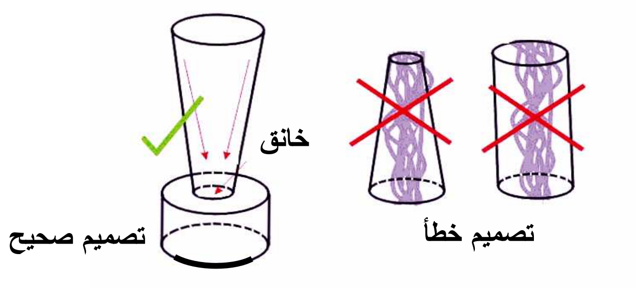
حيثُ $ق_2$ القطر الأكبر للمخروط.



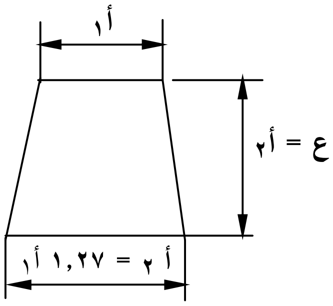
شكل (٤ – ٤ – أ) حوض المصب

٣-قناة المصب (الموزع)

وهى المجرى التى تقوم بتوصيل المعدن المُنصهر من حوض الصب إلى فرع المصب ويمكن تشكيلها من الخشب أو المعدن ويراعى أن يكون الشكل مخروطى كما هو مبين بالشكل (٤-٤- ب) ويتخذ شكل شبه منحرف.



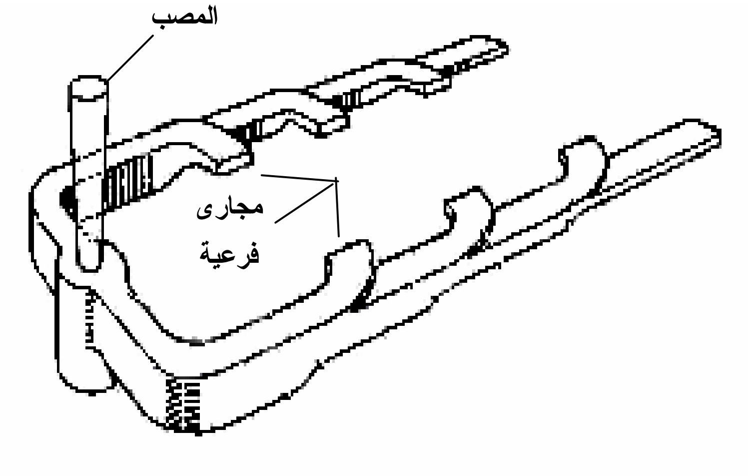
شكل (٤ – ٤ – ب) قناة المصب



مساحة شكل الموزع (شبه منحرف) = $1,45\ أ_1^2$

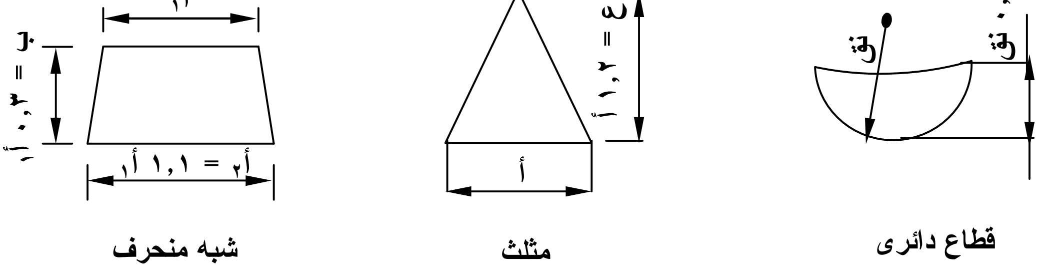
٣- فتحة الصب الفرعية / البوابات (مجارى الصب)

وتُصمم فتحة الصب الفرعية إما لتغذية مسبُوك واحد أو عدة مسبُوكات متعددة ويراعى عند تصميمها سهولة فصلها عن المسبُوك بعد إتمام عملية الصب – وتستخدم فى نقل المعدن المُنصهر من قناة المصب إلى المسبوك والشكل (٤-٥) يبين فتحة الصب الفرعية.



شكل (٤ – ٥) فتحة المصب الفرعية

أشكال البوابات المختلفة



الشكل يوضح الأشكال الشائعة لبوابات المصب وأبعادها

مثال (١)

أحسب أبعاد نظام الصب بحيثُ يكون نسب (المصب – الموزع – البوابة) (١ : ٤ : ٤) إذا عُلم أن له عدد ٢ بوابة مستطيلة أبعادها (٤٠×٧,٥) مم.

الحـــل

Θ مساحة مجرى المصب = ٤٠× ٧,٥×٢ = ٦٠٠مم^{٢}

$\therefore$ مساحة المصب = $\frac{٦٠٠}{٤}$ × ١ = ١٥٠ مم^{٢}

، مساحة الموزع = $\frac{٦٠٠}{٤}$ × ٤ = ٦٠٠ مم^{٢}

لحساب قطر المصب ق$_{١}$

ق$_{١}$ = $\sqrt{\frac{\text{٤ × مساحة عنق المصب}}{\text{ط}}}$ = $\sqrt{\frac{\text{٤ × ١٥٠}}{\text{٣,١٤}}}$ = ١٤ مم

، ق$_{٢}$ = ١٤×٢ = ٢٨ مم

مثال (٢)

جسم مسبُوك من الزهر وزنه الحسابى (٦٣,٢٥) كجم – بفرض زيادة أبعاد الجسم نظير زيادات التشغيل على الماكينات وسلبة الإنكماش مقدارها (٥%) من وزن المسبُوك – وإحتساب نسبة حوالى (٣٠%) من وزن الجسم كمصبات.

أحسب أبعاد نظام الصب وكذلك وزن المسبُوك علماً بأن مساحة المصب تساوى (٢٦,٤ سم^{٢}) والنسبه بين مكونات نظام المصب (المصب – الموزع – مجرى المصب) هى (٩ , ٠ : ١ : ١,١).

الحـــل

وزن المسبُوك والزيادات = ٦٣,٢٥ × $\frac{١٠٥}{١٠٠}$ = ٤ , ٦٦ كجم

وزن المسبُوك والمصبات = ٦٦,٤ × $\frac{١٣٠}{١٠٠}$ = ٨٦,٣ كجم

∴ مساحة مقطع المصب = ٢٦,٤ سم^{٢}

أولاً : حساب أبعاد الموزع

∴ مساحة مقطع الموزع = $\frac{٢٦,٤ \times ١}{٠,٩}$ = ٣ ,٢٩سم^{٢}

Θ مساحة مقطع الموزع الذى على شكل شبه منحرف ومساحته = ٤٥, ١أ$_{١}^{٢}$

∴ ٢٩,٣ = ٤٥, ١أ$_{١}^{٢}$

∴ أ$_{١}$ = $\sqrt{\frac{٢٩,٣}{١,٤٥}}$ = ٤,٥ سم^{٢}

والبعد أ$_{٢}$ = ١,٢٧ × أ$_{١}$ = ١,٢٧ × ٤,٥ = ٥,٧ سم

والبعد ع = أ$_{٢}$ = ٥,٧ سم

ثانياً حساب أبعاد مجرى (بوابة) المصب

مساحة مقطع البوابة = $\frac{٢٦,٤ \times ١,١}{٩}$ = ٣٢,٣ مم^{٢}

مساحة مقطع البوابة ذات الشكل شبه المنحرف

المساحة = $\frac{أ_{١} + ١,١أ_{١}}{٢}$ × ٠,٣ أ$_{١}$

= $\frac{٢,١ أ}{٢}$ × ٠,٣ أ$_{١}$= ٠,٣١٥ أ$_{١}^{٢}$

∴ ٣٢,٣ = ٠,٣١٥ أ$_{١}^{٢}$

أ$_{١}$ = $\sqrt{\frac{٣٢,٣}{٠,٣١٥}}$ = ١٠,١٢ سم ، ب = ١,١ × ١٠,١٢ = ١١,١ سم

ثالثاً: حساب قطرى المصب

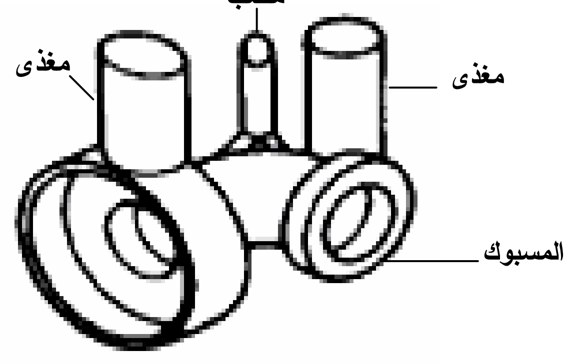
$$\text{قطر المصب ق}_{١} = \sqrt{\frac{٤ \times \text{مساحة العنق}}{\text{ط}}} = \sqrt{\frac{٤ \times ٦,٤٢}{٣,١٤}} = ٥,٨ \text{ سم}$$

$$\text{، ق}_{٢} = ٢\text{ق}_{١} = ٢ \times ٥,٨ = ١١,٦ \text{ سم}$$

٤-٣: الشكل الهندسى للمغذيات وتحديد مواصفاتها

تظهر فى بعض الأحيان عيوب بالمسبوكات مثل المسامية ومناطق الإنكماش والشروخ والتمزقات أو التفكك الذى يظهر أثناء أو بعد عملية الصب وقد يكون وجود هذا العيب خطير إلى درجة يتحتم عندها إستبعاد المسبوك - أو تُكون سبب واضح فى إستبدال المسبُوك بآخر ولهذا يراعى عند تصميم المسبُوكات أن يقلل إلتصاق جزء سميك بآخر ذات سُمك أقل حيثُ أن درجة حرارة الجزء الرفيع تُفقد بسرعة مما يؤدى إلى وجود إجهادات بالمعدن مثل السحب والتصدعات.

ويعمل المغذى على توصيل المعدن المنُصهر إلى تجويف القالب وكذلك إلى جانب إستخدامه كخزان للمعدن الإضافى المطلوب عندما يحدث الإنكماش وبصفة عامة يتم توصيل المعدن بواسطة جهاز فتحات الصب فى حين يتم تزويد الجسم المسبُوك بالمعدن الإضافى - وتكون هذه المغذيات متصله بالمسبُوك فى الوضع الصحيح وتسمى بالرأس الزائده ثم يتم التخلص منه بعد أن يتجمد المعدن وإخراج الجسم من الرمل أن يكسر المغذى (بعد تأدية وظيفته) أو يقطع من المسبُوك ويُستبعد لإعادة صهره ويبين الشكل (٤-٦) جسماً مسبوكاً وبه فتحات التغذية.



شكل (٤ - ٦) مسبوك به فتحات التغذية

المغذى (رأس التغذية)

عند تصميم المغذيات يجب أولاً تحديد شكل المغذى بحيثُ يعطى شكله أقل مساحة سطحية لكل وحدة حجوم (متر مربع/المتر المكعب) حتى يكون السطح الناقل للحرارة إلى رمل القالب ذو أدنى مساحة ممكنه حفاظاً على درجة حرارة المعدن داخل المغذى (إطالة زمن تجمده) ووجدَ أن الشكل الكروى هو أنسب شكل يعطى أدنى مساحة سطحية بالنسبة لحجمه وبالتالى يعطى أدنى إنتقال حرارى من المغذى إلى رمل القالب ولكن يُعاب على الشكل الكروى صعوبة تشكيله داخل القالب ولذلك يأخذ المغذى الشكل الأسطوانى لسهولة تشكيله.

تحديد مواضع المغذيات (رؤوس التغذية)

يجب وضع المغذى بصفة عامة فى الأماكن التى يحتمل حدوث إنكماش بها لو لم يُوضع المغذى – وتُشكل هذه الفتحات فى أعلى جزء من القالب لتقوم بتغذيته كما يجب أن تكون ذات مقطع كبير نسبياً لتحتفظ بالحرارة وليظل معدنها سائل لفترة أطول.

شروط تحديد أماكن المغذيات

١ – أن تعمل على تحقيق التجمد التدريجى للمعدن المسبُوك.

٢ – أن تكون فى وضع يسمح لإزالتها بسهولة بعد إتمام عملية الصب.

لحساب حجم وأبعاد المغذى

$$\text{إرتفاع المغذى} = \frac{\text{٠,٧} \times \text{حجم المسبُوك}}{\text{مربع قطر المصعد}}$$

وتوجد طريقة تسمى قاعدة شفورينوف لتحديد الحجم الأمثل للمغذى:

وتنص هذه القاعدة على أن الزمن اللازم لتجمُد المسبُوك يتناسب طردياً مع مربع حجم المعدن المصبوب ($ح_م$) ويتناسب عكسياً مع مربع المساحة السطحية ($م_م$) أى أن النسبة :

حيثُ $\frac{ح_م}{م_م}$ هى النسبة بين الحجم والمساحة للمصبوب.

زمن التجمد للمسبُوك = ك × $\left(\frac{ح_م}{م_م}\right)^٢$ ٠٠٠٠ قاعدة شقورينوف

حيثُ ك ثابت التجمُد ويعتمد على تركيب المعدن المصبوب ووضع فراغ القالب أى أفقى أو رأسى وقيمة (ك) للصلب هى ٢,٠٩ .

٤-٤ : المبردات

وتُستخدم المبردات فى عملية تأخير تجمُد فى بعض أجزاء المسبُوك خاصةً (المسبُوكات غير المتجانسة فى السُمك) – وهى عملية تبريد المعدن السائل داخل الفرمه ويمكن إستخدام كلاً من المبردات الخارجية والداخلية لهذا الغرض.

أولاً: المبردات الخارجية

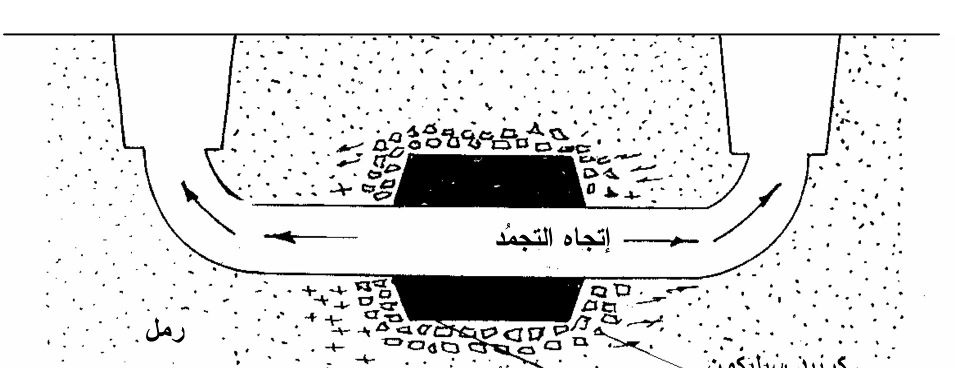
وتوضع المبردات الخارجية عادةً فى جدران القالب عند السطوح الداخلية المشتركة بين القالب والمعدن وهى عبارة عن أجزاء معدنية من الفولاذ أو الزهر أو النحاس الأحمر تُوضع فى أماكن مناسبة من القالب لزيادة معدل تجمُد المعدن عند هذه النقطة وقد تكون ذات أشكال قاسية أو تُشكل فى حالات خاصة تبعاً للأبعاد المطلوبه لتجويف القالب وتحدد أبعادها تبعاً لإحتياجات التبريد.

وهى تُستخدم عند نقط الإتصال بالمسبُوك أو الأجزاء الأخرى منه والتى يصعُب تغذيتها بواسطة القنوات الصاعدة.

ويُستخدم المبرد الخارجى فى الحصول على تصلب إتجاهى وإنتاج مسبُوك سليم – كما يراعَى أن تكون المبردات جافة لتجنب حدوث البخبخة فى المعدن وكثيراً ما تُغطى بطلاء واقى مسحوق السيلكا أو أى مادة أخرى تقاوم الحرارة ويجب تجفيف هذا الطلاء تماماً قبل إدخال المبرد فى القالب.

والمبردات التى تُوضع فى الرمل الأخضر قد تتكثف عليها الرطُوبه من القالب لو تُركت به لمدة طويلة ويمكن تجنب ذلك بالتسخين السابق للمُبرد قبل إدخال أو صب القالب بعد عمله بفترة قصيرة.

ويجب تلافى تكثف الرطُوبه على المبرد حيث أنه يؤدى إلى وجود الغازات فى المعدن – وهناك أنواع مختلفة من مواد صناعة القالب تؤثر فى الصفات المميزه لتبريد القالب ويمكن بواسطتها الحصول على نفس التأثيرات ولكنها لا تدخل تماماً ضمن مجموع المبردات الخارجية.



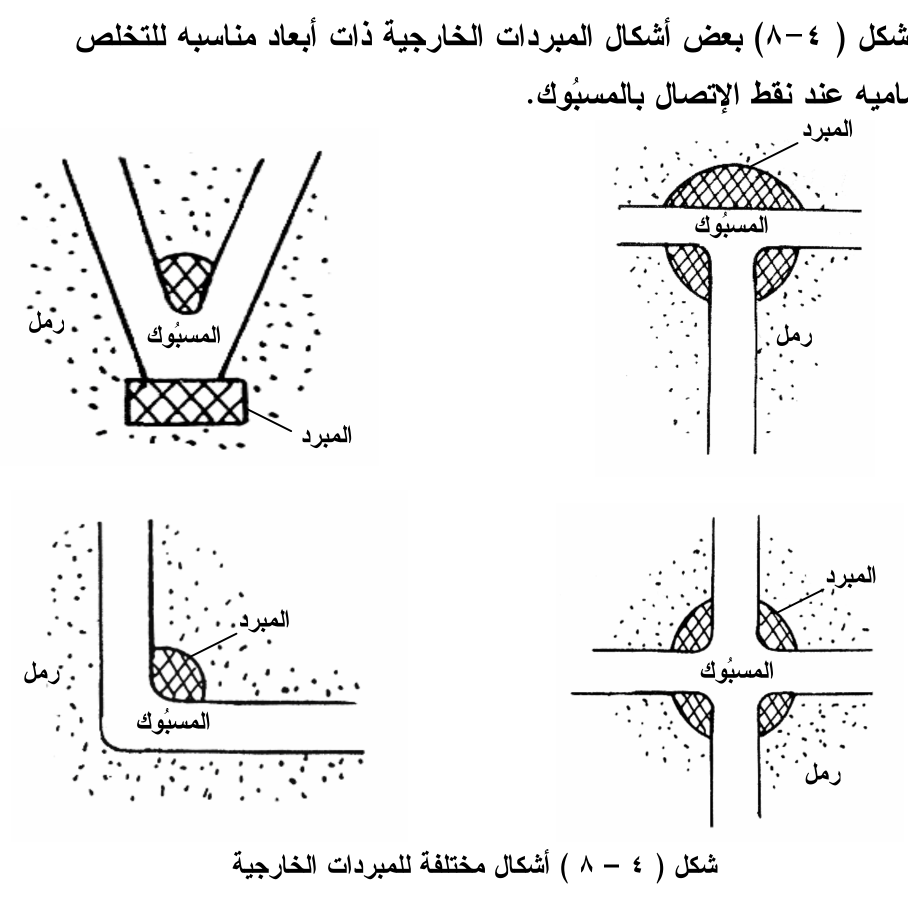
شكل (٤ – ٧) مبردات تلافى وجود غازات بالمسبوك

والمثال على ذلك مبين بالشكل (٤-٧).

وهنا يحدث التصلب الإتجاهى الصحيح بإستخدام المبرد مضافاً إليه خام الماغنسيوم المجــروش وكربيد السيليكون المتلاصقه بالطريقة المبينة بالشكل (٤-٧).

وفى بعض الحالات يمكن الحصول على تأثيرات مشابهه بتغير سُمك مادة القالب.

ويبين الشكل (٤-٨) بعض أشكال المبردات الخارجية ذات أبعاد مناسبه للتخلص من المساميه عند نقط الإتصال بالمسبُوك.



شكل (٤ – ٨) أشكال مختلفة للمبردات الخارجية

ثانياً: المبردات الداخلية والخارجية

تُوضع فى القالب فى الأماكن التى لا يمكن الوصول إليها بطريقة فعالـــة بإســـتخدام المبـــردات الخارجية وتُستخدم أيضاً فى المواضع التى يتم تشغيلها بالماكينات فيما بعد - كما هو الحال فى الأزرار والمقابض التى تُثقب أو تخوش بعد إنتهاء عمل المسبُوك.

وإستخدام المبردات الداخلية أكثر خطورة نوعاً من المبردات الخارجية لأسباب عدةً أهمها:

١- قد لاينصهر المبرد مع المسبُوك فتنشأ به نقط ضعف.

٢- نظافة المبرد ذات أهمية كبيرة حيثُ أنه يُصبح محاطاً بالمعدن تماماً ولا يمكن هروب الغـــاز المُتكون بسرعة.

٣- قد يغير المبِرد من الخواص الميكانيكية للمسبُوك فى المواضع التى يُستخدم فيها.

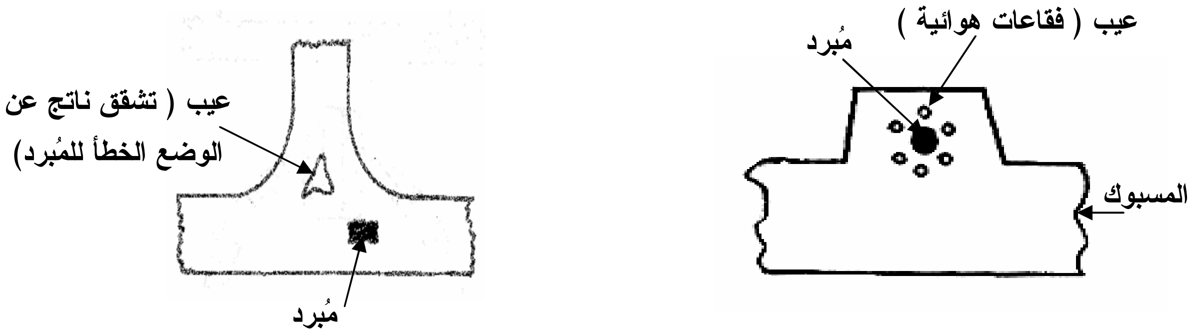
٤- يجب أن يكون تركيب المبِرد مناسباً للمعدن المسبُوك - فالمبرد الداخلى المـــصنوع مـــن الحديد الزهر لا يُستخدم لمسبُوك من الصلب أومسبُوك من المعادن غير الحديديـــة - وفـــى العادة يجب أن يكون تركيب المبِرد قريباً من تركيب المعدن الذى يُستخدم فيه.

كما يجب طلاء المبِردات الداخلية بالقصدير النقى حتى تكون على إتصال تام بالمعدن المُنصهر - وتُستخدم الأسلاك المطلية بالقصدير ذات الأقطار الموحدة (من ٤ مم إلـــى ٣٠مـــم) كمبـــردات مستديره.

ويجب ألا يزيد قطر المبِرد عن ثلث قطر الصرة التى يُثبت فيها - حيثُ إنه إذا زاد قطر المبِـــرد عن ذلك يؤدى لتشقق الصرة.

ويوضح الشكل (٤ - ٩- أ) بعض أنواع المبردات الداخلية وطريقة وضعها فى القالب.

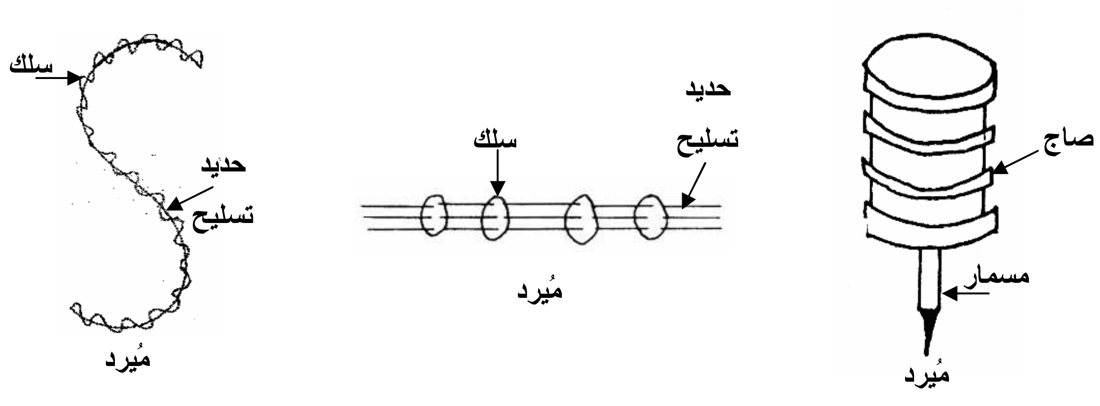
وشكل (٤ - ٩ - ب) يبين المُبردات الخارجية المستخدمة فى السباكة.



وضع خاطىء للمبرد

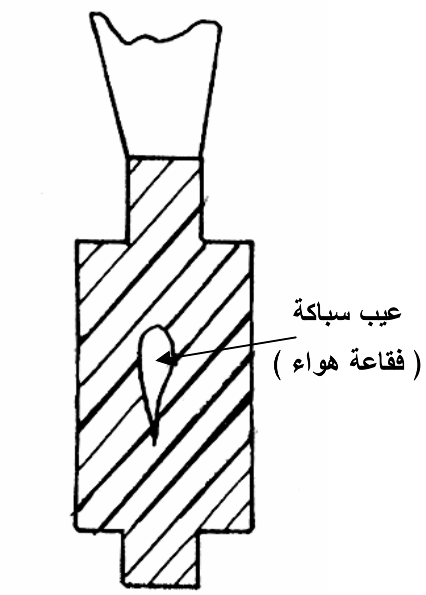
وضع صحيح للمبرد

شكل (٤ – ٩ – أ) طريقة وضع المبردات الداخلية

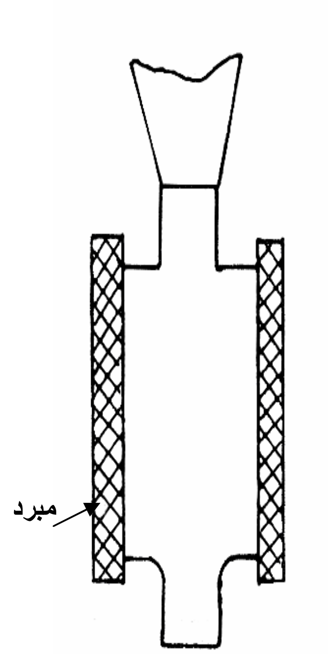


شكل (٤ – ٩ – ب) مبردات خارجية

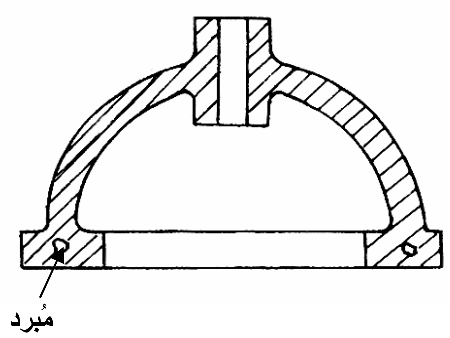
والشكل (٤-١٠) يوضح أمثلة تطبيقيه لوضع المبردات على المسبُوكات المختلفه الشائعة الإستخدام كالأجسام الأسطوانية والكروية.



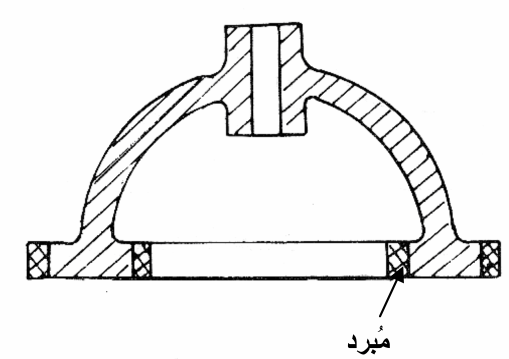
عيب ناتج عن عدم وضع مُبردات



مسبُوك ليس به عيوب بسبب إستخدام المُبردات



وضع خطأ للمُبرد داخل الجسم



وضع صحيح للمُبرد خارج الجسم

شكل (٤ – ١٠) أمثلة لطرق وضع المبردات

أسئلة على الباب الرابع

س١: أذكر أهمية المصبات والعوامل التى يتوقف عليها تصميم أنظمة المصبات؟

س٢: أشرح مع الرسم أنواع أنظمة المصبات؟

س٣: أذكر أهمية المغذيات وشروط وضعها بالنسبه للمسبُوك؟

س٤: تناول بالشرح المبردات وأنواعها مع التوضيح بالرسم؟

س٥: بينً بالرسم الطريقة الصحيحة والطريقة الخاطئه فى وضع المبردات الداخلية؟

ثالثاً: المنـهج العملى

التمريـن الأول : سبك ترس عدل.

التمرين الثانـى : سبك كرسى محور بسيط.

التمرين الثالـث : سبك ذراع توصيل.

التمرين الرابـع : سبك فك منجلة.

التمرين الخامس : سبك محبس مياه.

مقدمة :

تشغل صناعة السباكة قطاعاً كبيراً من الأقتصاد العالمى حيثُ ينتج سنوياً حوالى (١٥%) من مجموع المنتجات الحديدية وتغذى (٩٠%) من ورش التشغيل المكنى - وتدخل منتجات المسابك فى كل مجال تُستخدم فيه لخدمة أغراض الإنسان فى تسهيل إنتاج معدات النقل والإنشاءات المعدنية والمعدات المختلفة والأجزاء الميكانيكية التى يصعُب إنتاجها بأى طريقة أخرى من طرق الإنتاج حيثُ تعتبر سباكة المعادن من أرخص طرق الإنتاج من حيثُ التكلفة.

والسبائك الحديدية ، أى الحديد الزهر الرمادى والصُلب والحديد المطاوع ، تحظى بالنصيب الأوفر فى الإنتاج ويفوق إنتاج مسبُوكات الحديد الزهر الرمادى وحدها ضعف مسبُوكات المعادن الأخرى جميعها - والإختلاف الواضح بين المسبُوكات الحديدية وغيرها يشير إلى التنوع الشاسع فى الخواص الهندسية التى يمكن الحصول عليها فى المسبُوكات.

فالنيكل والزنك والرصاص أمكن إنتاجها كمسبُوكات ويتضح من ذلك أن مسبُوكات السبائك الحديدية تشغل قطاعاً هاماً فى صناعة تشكيل المعادن.

ويمكن تصنيف المسابك من حيثُ نوع المعدن المسبُوك إلى :

١- مسابك الحديد الزهر الرمادى.
٢- مسابك الصلب.
٣- مسابك الحديد المطاوع.
٤- السبائك الغير حديدية.

وقد كانت السباكة طوال حقبه من الزمن تعتمد على الطرق اليدوية إعتماداً يكاد يكون كلياً - إلا أنه فى الحقبه الأخيرة قد أمكن أستخدام الوسائل الميكانيكية بدرجة متزايدة وكفاءة أعلى وقد أكتشُف أثناء تطور فن السباكة عدد من الأساليب الحديثة منها: طريقة الصب مع التبريد المفاجىء، طريقة الماء الزجاجى وثانى أكسيد الكربون ، طريقة الصب بالضغط ، طريقة الشمع المفقود ، طريقة القوالب القشرية إلى آخرة.

ويمكن تصنيف أهم أساليب الصب كما يلى:

١- الصب فى قوالب رملية.
٢- الصب فى قوالب دائمة:
أ - الصب فى قوالب دائمة حرارية. ب- الصب فى قوالب دائمة معدنية.
٣- الصب بالطرد المركزى .
٤- الصب أو السباكة الدقيقة:
أ - الصب فى قوالب قشرية. ب- الصب بطريقة الشمع المفقود.
٥- الصب فى قوالب من المصيص.
٦- الصب فى قوالب من الجرافيت.

الخطوات الأساسية فى عمل المسبُوكات الرملية :

ويمكن تلخيص جميع العمليات التفصيلية الداخلة فى عمل المسبُوكات الرملية بحيثُ تتضمنها إحدى العمليات الرئيسية الآتية:

١- عمل النموذج (بما فى ذلك صندوق الدليك)

وتُستخدم النماذج فى إعداد القالب - ويعد القالب بكبس كمية من الرمل الرطب حول النموذج بحيثُ تكَّون فجوة تمثل طبعة النموذج فى الرمل عند رفعه - وعندما تملىء هذه الفجوة بالمعدن المُنصهر نحصُل على المسبُوك فلابد إذاً من عمل النموذج للحصول على المسبُوكات.

٢- عمل القلوب (الدلاليك)

وهى عبارة عن أشكال تُصنع عادةً من الرمل أو الرمل الأسمنتى أو مواد أخرى وتُوضع داخل فجوة القالب لتشكيل الأسطح الداخلية للمسبُوكات وعلى ذلك فإن الفراغ الواقع بين القالب والدليك هو الذى يكسب الشكل للمسبُوك.

٣- أعداد القالب

وتشمل جميع العمليات اللازمة لأعداد القالب لأستقبال المعدن المُنصهر فهى عادةً تستلزم كبس الرمل حول النموذج داخل إطار (ريزق) ثم يُرفع النموذج ليترك فجوة القالب ثم يوضع الدليك داخل القالب ثم يتم تشطيب الريزق وقفله وعند أذاً يصبح القالب معداً للصب.

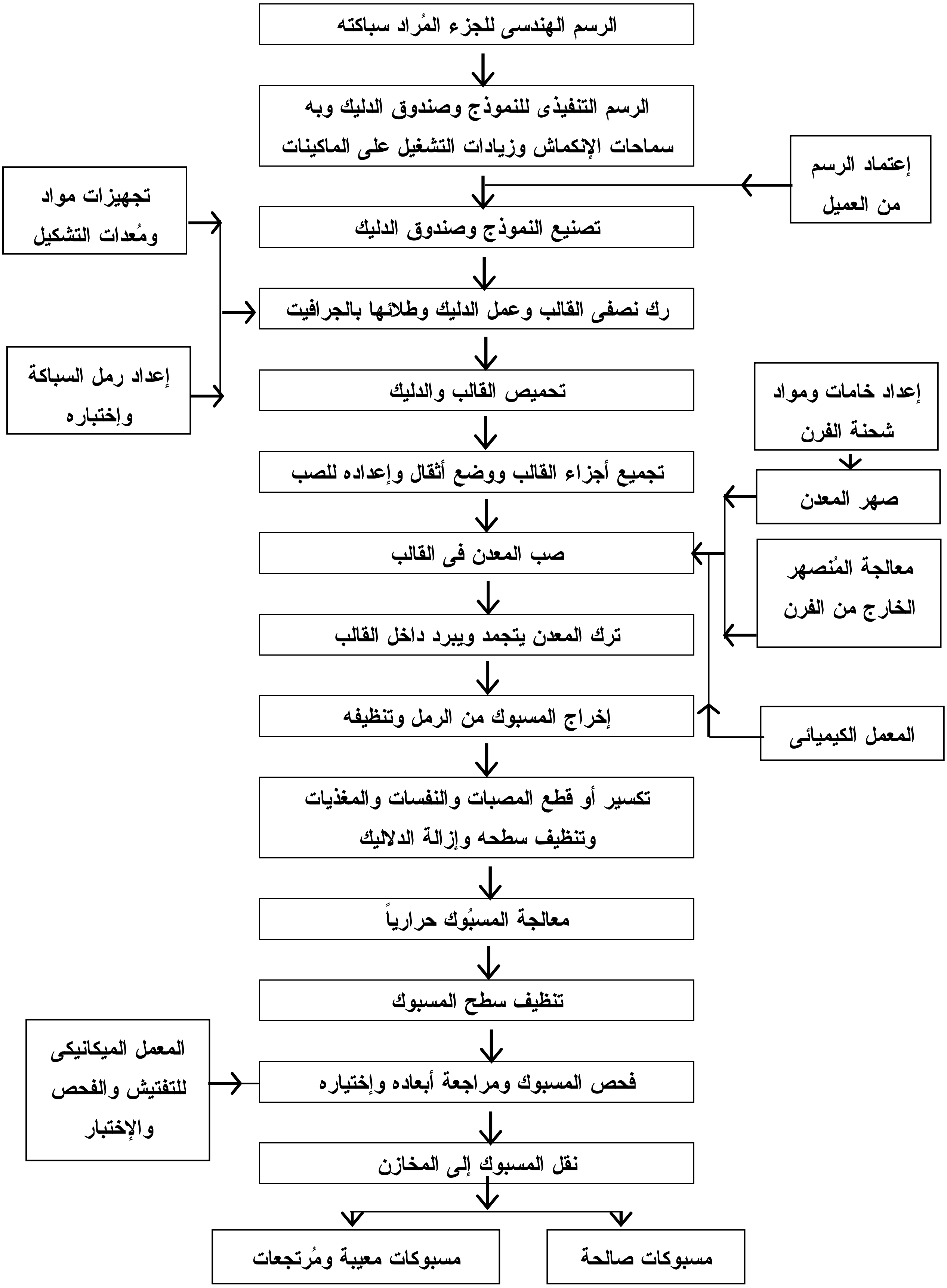
٤- عملية الصهر والصب

وتتم بإعداد المعدن المُنصهر للصب وهو مايعرف بعملية الصهر ويخصص لهـا عـادةً مكان معين فى المسبك (منطقة الأفران).

٥-التنظيف والتفتيش والمراجعة

ويُقصد بالتنظيف جميع العمليات اللازمة لإزالة الرمل والقشور والرايش من المسبُوكات فبعد رفع المسبُوكات من الرمل تُنقل إلى قسم التنظيف حيثُ يُزال الرمل المُلتصق بهـا لتحسين الشكل الخارجى للمسبُوك - أما المعدن الزائد على شـكل زعـانف وأسـلاك وخطوط فاصلة ومصبات فتقطع.

ولكى يتسنى لنا فهم هذه المراحل ونظام تتابعها نسوق بالتفصيل خطوات إنتاج مسبُوك من خلال تسلسل العمليات الصناعية فى المسبك لإنتاج مسبُوك **كما هو موضح بالشكل التالى :**



تسلسل العمليات الصناعية بالمسبك

ترتيبات صناعة النماذج

ويمكن أن تقوىَ النماذج المحتويه على مقاطع أو بروزات ضعيفة بأضلاع أو أعـصاب تقوية لمنع إلتوائها أثناء عملية تشكيل القالب.
ويحدث إلتواء النماذج الكبيرة نتيجة إنتفاخ الألواح الخشبية لإمتصاصها الرطوبة من رمل التشكيل أو نتيجة عيوب فى تصنيعها مما يسبب تمدد قاع النموذج لدرجة تمنع عملية إخراج النموذج من القالب جراء الإحتكاك بين النموذج وفراغ القالب.
وهناكَ ترتيبات مختلفة أخرى تُستعمل فى صنع النماذج منها المثبتات التى تُستخدم فى شد القطع بعضها إلى البعض الآخر والدُسر التى تُستخدم بمثابة مسامير تعشيق وتكون معدنية أو خشبية – كما تُستخدم كذلك مواد لتدوير الأركان تكـون غالبـاً مـن الجلد أوالورق المشمع.

ولما كان المعدن المُنصهر يتعرض أثناء تجمده للإنكماش فإن مقاسات المسبُوكات تكون بعد التجمد أقل من مقاسات القالب ويحدث تعويض محدد فى رمل القالب عند صبه بالمعدن المُنصهر إلا أن التغيير فى مقاسات القالب مقارنةً بإنكماش المسبُوك يمكن إهماله لذلك ينبغى أن يشمل أبعاد النماذج تسامحات (تفاوتات) مناسبة تعوض إنكماش المعدن حسب نوع المعدن المطلوب.

ويحسب الطول النهائى المطلوب بالمعادلة التالية:

ل = ل. [١+ ك (ن – ن.)]

حيثُ: ل : الطول عند درجة الحرارة (ن).

ل.: الطول عند درجة الحرارة(ن.).

ك : معامل التمدد الطولى.

والجدول التالى يبين قيم معامل التمدد الطولى لبعض المعادن :

نوع المعدن	معامل التمدد	نوع المعدن	معامل التمدد
زنك	٠,٠٠٠٠٢٦٧	صلب	٠,٠٠٠٠١٤٠
ألمنيوم	٠,٠٠٠٠٢٣٨	حديد زهر	٠,٠٠٠٠١١٥
نحاس أصفر	٠,٠٠٠٠١٨٤	حديد	٠,٠٠٠٠١١٦
نحاس	٠,٠٠٠٠١٧٤		

ومن السابق يتضح أن لكل نوع من المسبُوكات معدل إنكماش خاص به وفيما يلى بعض الأمثلة :

ألمنيوم	١,٨%
ماغنسيوم	١,٨%
نحاس أصفر	١,٤%
مسبُوكات قابلة للطرق	١,٥%
مسبُوكات الحديد	١%

أنواع النماذج :

١- النماذج الخشبية

وتُصنع من الأخشاب التى لها مواصفات سهلة التشكيل وأن يكون جافاً وتُستخدم لإنتاج مسبُوكات يقل عددها عن ٥٠ مسبُوك أو أقل - وتُدهن النماذج الخشبية بألوان تُعبرعن المصطلحات المُتفق عليها للألوان.

الأسود : سطوح المسبُوكات التى تُترك دونَ تشغيل أو أماكن الدليك (البرطاطة).

الأحمر : سطوح المسبُوكات التى سوفَ يُجرى عليها عمليات التشغيل.

٢- النماذج المعدنية :

وتُستخدم النماذج المعدنية فى الإنتاج الكبير لأنها أكثر تكلفة من النماذج الخشبية - وتُصنع النماذج المعدنية عادةً من الحديد الزهر الأبيض والرمادى فى حين أنه قابل للصدأ بسبب تكون قشور على سطحه والنحاس الأصفر غير أنه ثقيل الوزن ومقاوم للعوامل الطبيعية وكذلك تصنع من الألمنيوم وسبائكه **ويمتاز الألمنيوم المصنوع منه النماذج بالآتى :**

- خفة الوزن.
- جودة المواصفات الميكانيكية.
- المقاومة الجيدة للتآكل.
- قابلية التشغيل.

٣- نماذج الجبس

تُصنع نماذج الجبس عندما يُراد سبك قطعة واحدة من مسبُوك معـين لـذلك يُـشكل النموذج المصنُوع من الجبس حتى يتم تقليل تكاليف الإنتاج بالمقارنة بأنواع النماذج الأخرى.

٤- نماذج اللدائن

وتُستعمل نماذج اللدائن عند إنتاج المسبُوكات بأعداد كبيرة وتقل تكلفة الحصول على نموذج من هذا النوع عن النماذج الأخرى.
ويطلق أسم اللدائن على كل سائل يتجمد عندما يُسخن (يحمص) إلى درجـة معينـة ويستمر متجمداً بغض النظر عن تأثير درجة الحرارة بعد ذلك.

وتتميز بـ:

- المقاومة العالية لتأثير المياه عليها لذا لاتحتاج إلى حماية (دهان).
- سرعة وسهولة تنظيفها بتيار من الهواء.
- سهولة سحبها من القالب.
- إنخفاض معامل تقلصها.

التمرين الأول : سبك ترس عدل

إرشادات يجب إتباعها قبل البدء فى تنفيذ التمرين الأول :

أولاً:

إتباع تعليمات الأمن الصناعى الخاصة بورش السباكة من إرتداء الملابس المُناسبة وكذلك إتباع قواعد الأمن والسلامة.

ثانياً :

إعداد الأدوات والعدد اليدوية المستخدمة فى تنفيذ التمرينات وكل ما يلزم لعملية الختم والتشكيل.

ثالثاً:

إعداد الروازق المُناسبة من حيثُ الحجم والشكل وسطح الإنطباق.

رابعاً:

إعداد الرمل المُستخدم فى عملية الختم ويراعى أن يكون ذو قوة تماسك عالية وسهولة التنفيس لإخراج الغازات الناتجة عن عملية الصب.

خامساً:

دراسة النموذج ومعرفة خطوات عمله والتأكد من وجود السلبية حتى لا تتهدم جدار الفرم أثناء خروجه من الرمل.

سادساً:

دراسة حجم النموذج وعدد المسبُوكات التى سيتم سبكها بواسطته وتعيين حجمه لبيان معرفة وزنه للحصول على وزن الشحنة المراد إعدادها لعملية الصب.

سابعاً:

تعيين وزن المصبات والمُنفسات لكل مسبُوك وإضافتها على وزن الشحنة حتى يتم حساب نسبة الفاقد من المعدن أثناء عملية الإنصهار وكذلك معرفة وزن المُرتجعات (مصبات – نفسات – رايش) بعد عملية الصب.

ثامناً:

التأكد من كفاءة الفرن المُراد صهر المعدن بواسطته والتفتيش على مصدر الهواء المغذى للفرن وكذلك الوقود اللازم لعملية الصهر.

الغرض من التمرين :

تدريب الطالب عملياً على كيفية ختم وتشكيل نموذج ذو زوائد دقيقة (ترس يُشكل بالسبك).

العمليات الصناعية :

تدريب الطالب على أستخدام النماذج الخشبية والمعدنية للأعمال المتكررة وعلى الزملاء أعضاء هيئة التدريس تعمُد عمل بعض العيوب أثناء عملية التشكيل والصب للحصول على مسبُوك به عيوب ناتجة عن التشكيل أو الصب وشرحها ومعرفة أسبابها حتى يمكن تلافيها فى العمليات الصناعية التالية.

الخامات المطلوبة :

ألمنيوم – الوقود المُستخدم لتشغيل الفرن– طين حرارى – جرافيت.

خطوات تنفيذ التمرين :

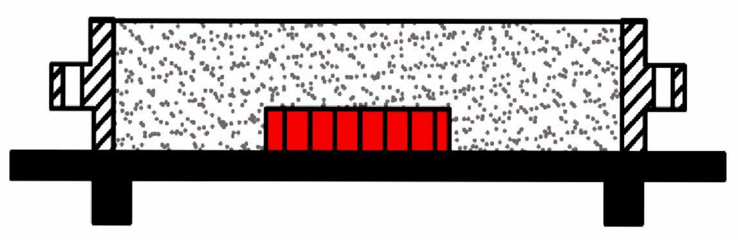
الخطوة الأولى :

يُوضع النموذج على لوحة خشبية مناسبة لحجم الريزق المُستخدم. ويتم التفتيش عن علامات السلبية الموجودة بالنموذج المُستخدم ويراعى أن يتم أختيار المكان المُناسب لوضع النموذج.

الشكل يوضح طريقة وضع النموذج على اللوحة الخشبية

الخطوة الثانية :

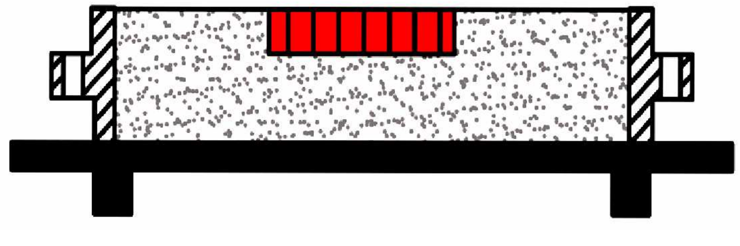
وضع الريزق المُستخدم على اللوحة بحيثُ يكون فى مكان مناسب فى وسط الريزق ثم يُوضع الرمل المُستخدم حولَ النموذج أولاً (رمل الوجه) ويكبس جيداً حــولَ النمــوذج بالأصابع – يتم وضع باقى الرمل (رمل الحشو) ويكبس جيداً بإستخدام الرملية ويراعى أن يكون الكبس جيداً حولَ جدار الريزق أولاً ثم إلى داخل الريزق.
يتم الرك جيداً بإستخدام القرص المعدنى ثم يُزال الرمل الزائد بإستخدام القدم الصُلب أو المسطرة الخشبية.



الشكل يوضح رك الفردة الأولى

الخطوة الثالثة :

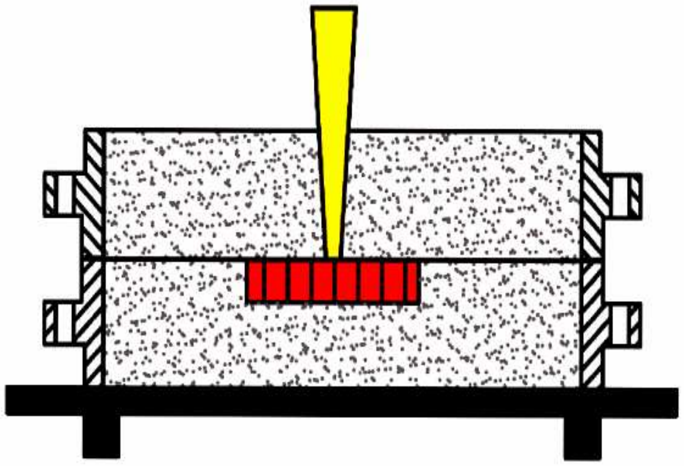
يتم قلب الفردة الأولى ويسوىَ السطح بالتراولة ويُوضع مسحوق التغبيره على أن يكون من الفحم أو الرمل المحترق الذى يلاصق جدار المسبُوكات بعد سبكها.



الشكل يوضح طريقة قلب الفردة الأولى

الخطوة الرابعة :

تُوضع الفرده الثانية للريزق وتُثبت جيداً بإستخدام أصابع التثبيت المعدة لذلك. يتم التأكد من إنطباق سطحى الريزق أنطباقاً تاماً.
يتم وضع ممثل المصب (الخشبى) فى أعلى منتصف النموذج ثم يُوضع رمـل الوجـه ويرك جيداً بالأصابع أولاً حولَ النموذج ثم بإستخدام الرملية لرك باقى الفردة ويراعـى عمل فتحات التنفيس.

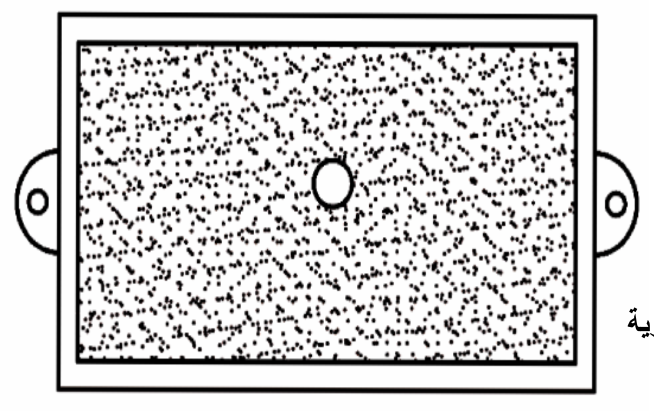


الشكل يوضح طريقة وضع المصب

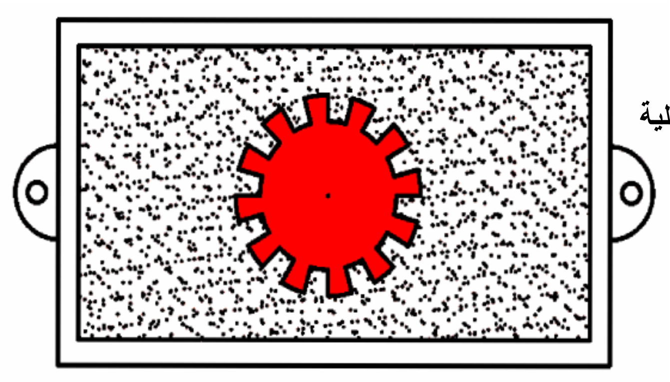
الخطوة الخامسة :

يتم رفع ممثل مجرى المصب وعمل كاس التغذية أعلى المصب بإستخدام الأسباتولية ثم تُرفع الفردة العليا ثم يبلل حول النموذج بإستخدام فرشة الميـاة ثـم يرفـع النمـوذج بأستخدام الشوكة المعدنية ويراعى الخروج لأعلى حتى لا يتهدم القالب ويدهن بأستخدام الجرافيت ويحمص ويتم إعادة الطبق بأستخدام أصابع التثبيت وأخـذ الزلـة أسـتعدداً للصب.

الشكل يوضح القالب إستعداداً للصب



الفرده العلوية



الفرده السفلية

الشكل يوضح وضع المصب داخل الريزق وكذلك شكل القالب

التمرين الثانى : سبك كرسى محور بسيط

إرشادات يجب أتباعها قبل البدء فى تنفيذ التمرين الثانى :

أولاً :

الإلتزام بالزى المناسب لورشة السباكة.

ثانياً :

تحضير العِدد والأدوات اللازمة لتنفيذ التمرين وكذلك النموذج الخاص بكرسى المحور.

ثالثاً :

البدء بعمل عدد ٢ دليك من رمل الأسمنت بنسبة (٦ : ١) حتى يتم جفافه وقت إنتهاء أعداد القالب – حيثُ يُترك مدة لاتقل عن (٧٢ ساعة) حتى نتأكد تماماً أنه خالى من الرطوبة لتفادى حدوث عيوب فى المسبُوك مثل البخبخة أو غيرها من العيوب الناتجة عن زيادة نسبة الرطوبة ويراعى عند تنفيذ الدلاليك عمل سلك تسليح يتناسب مع قطر الدليك.

رابعاً :

تجهيز الرمال المُناسبة (رمل الوجه – رمل الحشو).
تجهيز روازق ذات أبعاد مُناسبة للتمرين.

خامساً :

دراسة النموذج للوقوف على الخطوات المُتبعة فى تنفيذه ومراعاة سماحيات التمدد والإنكماش وسماحيات التشغيل وكذلك السلبية.

سادساً :

تعيين حجم النموذج لحساب كمية المعدن اللازمة للحصول على وزن المسبُوك والمصبات.

سابعاً :

التأكد من صلاحية الفرن المُستخدم ومراجعة مصدر الهواء والتأكد من كمية الوقود اللازمة.

الغرض من التمرين :

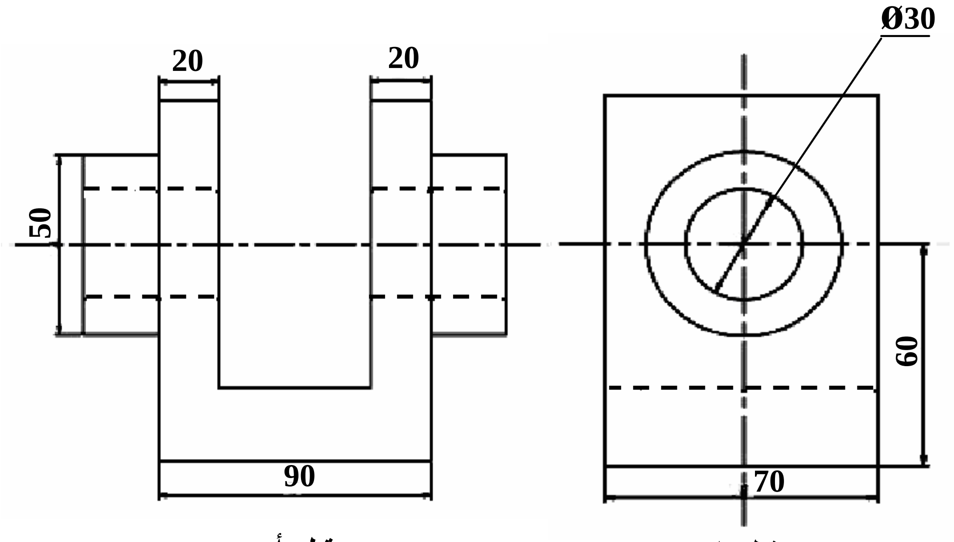
تدريب الطالب على تنفيذ المسبُوكات التى تحتوى على أكثر من دليك فى مواضع مختلفة.

العِدد والأدوات المستخدمة :

عِدد المسبك اليدوية + لوحة خشبية للختم وصندوق الدليك الخاص بكرسى المحور.

الخامات اللازمة:

معدن الألمنيوم – الوقود المُستخدم حسب نوع فرن الصهر المُستخدم.

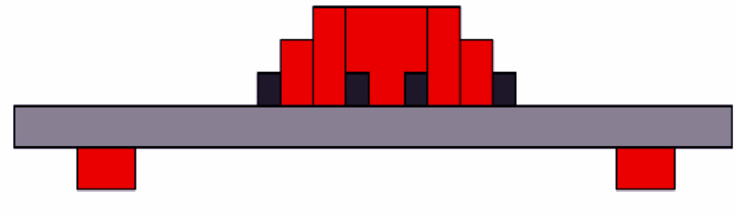


مسقط رأسى مسقط جانبى

خطوات تنفيذ التمرين :

١- الخطوة الأولى

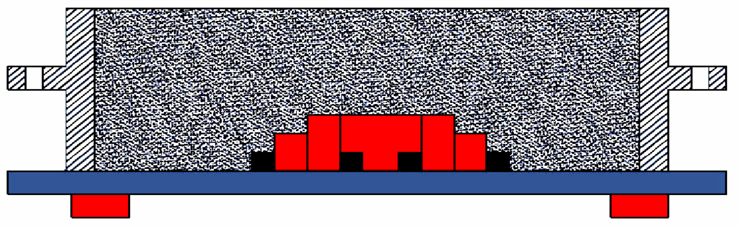
وضع النصف الأول من النموذج على اللوحة فى مكان مُناسب بحيثُ يتوسط اللوحة الخشبية بعد دراسة السلبية.



الشكل يوضح طريقة وضع نصف النموذج على اللوحة الخشبية

٢- الخطوة الثانية

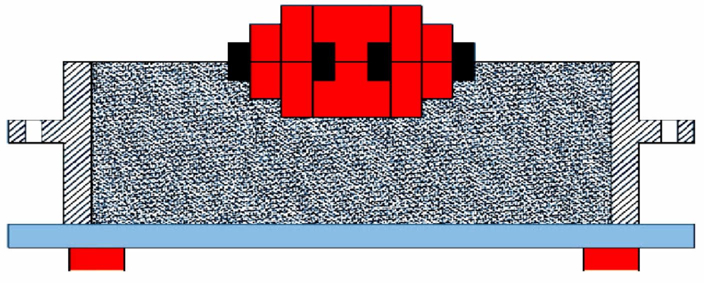
وضع الفردة الأولى على اللوحة الخشبية ثم يُوضع رمل الوجه ويكـــبس جيـــداً أولاً بالأيدى حولَ النموذج ثم يُوضع رمل الحشو ويتم الـــدك حـــول جـــدار الريـــزق أولاً بإستخدام الرملية ثم المنتصف ويزال الرمل الزائد إما بالقـــدم الـــصلب أو المـــسطرة الخشبية المعدة لذلك وعمل مجاره (فتحات التنفيس) بأستخدام التنفـــيس حتـــى يـــتم التخلص من الغازات الناتجة عن عملية الصب.



الشكل يوضح رك الفرده الأولى

الخطوة الثالثة :

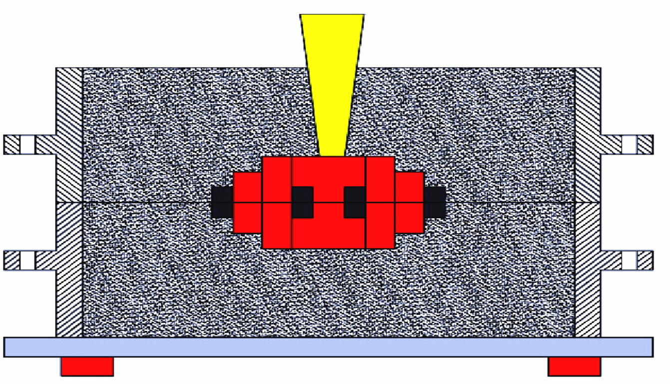
يتم قلب الفردة الأولى على اللوحة الخشبية وتسوية السطح بواسطة التراولة ووضع مسحوق الفحم (التغبيره) لعمل الحد الفاصل بين الفردتين - ثم يُوضع النصف الثانى للنموذج.



الشكل يوضح كيفية وضع النصف العلوى للنموذج

الخطوة الرابعة :

وضع الفرده العلوية وأختيار مكان مُناسب لوضع ممثل المصب ثم يُوضع رمل الوجه بكمية مناسبة بحيثُ تغطى النموذج وسطح الإنطباق ويدك حولَ النموذج جيداً بالأصابع أولاً ثم بإستخدام الرملية حول جدار الريزق ويسوىَ السطح بإستخدام المسطرة الخشبية.

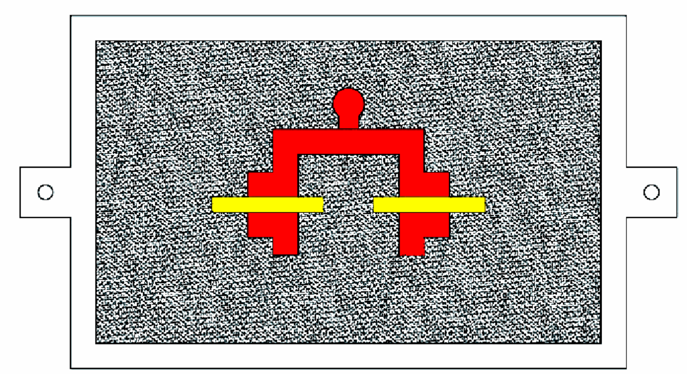


الشكل يوضح وضع الفرده العلوية وممثل المصب

الخطوة الخامسة :

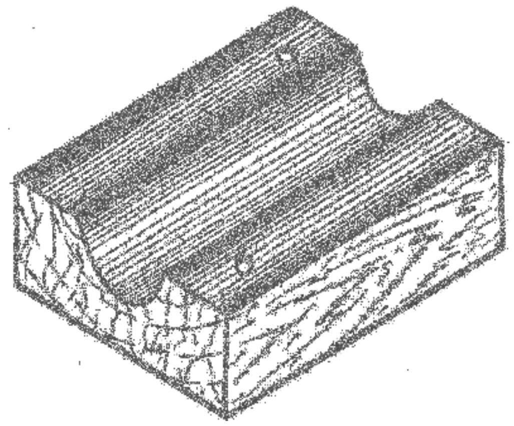
يرفع المصب ثم يتم عمل كأس المصب وترفع الفرده العلوية وتوضع على فرشة من الرمل ويبلل حول النموذج بالماء ثم (يلحلح) ثم يتم إخراجه بواسطة الشوكة – يتم عمل ترميم لأى جزء متهدم ويتم عمل فرعة المصب بإستخدام الأسباتولية ويراعى أن تكون رفيعة عند إلتحامها بالقالب حتى يسهل نزع المصب وأن تكون عريضة نسبياً عند إلتقائها بقناة المصب.

يدهن جدار القالب بالجرافيت ثم يحمص جيداً للتخلص من الرطوبة الزائدة. تحمص الدلاليك السابق تجهيزها وتُوضع فى أماكنها (مرتكزات الدليك) البرطاطة.

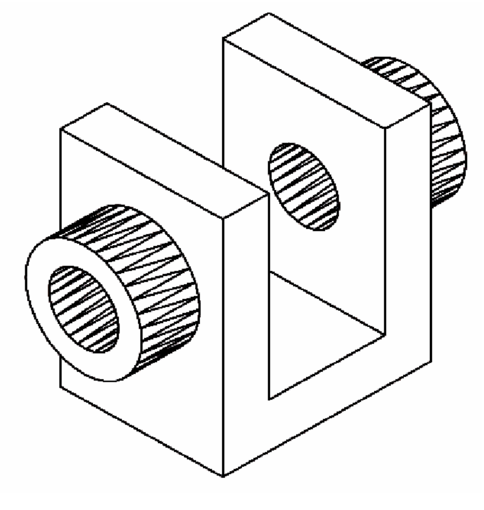


الشكل يوضح طريقة وضع الدلاليك

يتم التطبيق بإستخدام الدلائل (مسامير التثبيت) وتُوضع على فرشة مُناسبة من الرمل أستعداداً للصب مع مراعاة وضع ثُقل مُناسب أعلى الفرده العليا تفادياً لحدوث ضـــغط فى القالب أثناء عملية الصب وإندفاع المعدن ويراعى أيضاً أن يُدهن الحد الفاصل بين الفردتين بالطين الحرارى لمنع تسرب المعدن أثناء عملية الصب.



الشكل يوضح نصف صندوق الدليك المستخدم



الشكل يوضح المنتج النهائى

التمرين الثالث : سبك ذراع توصيل

إرشادات يجب إتباعها قبل البدء فى تنفيذ التمرين الثالث :

أولاً:

أرتداء الزى المُناسب لورشة السباكة وإتباع تعليمات الأمن الصناعى الخاصة بورش سباكة المعادن.

ثانياً :

التأكد من صلاحية النموذج (إنفصال جزئى البرطاطة) وذلك لسهولة إنفصالها بعد رك الفرده الثانية ورفعها.

ثالثاً :

تجهيز صندوق الدليك وعمل عدد (٢) دليك حسب صندوق الدليك الوارد من قسم النماذج من رمل الأسمنت بنسبة (٦ : ١) ويترك حتى يجف.

رابعاً :

إختبار قوة تماسك الرمل بأخذ عينة منها بقبضة اليد وضغطها جيداً ثم كسرها لمعرفة مدى تماسك الرمل المُستخدم ودرجة الرطوبة به.

خامساً :

تجهيز الخامات والعِدد اللازمة لتشكيل القالب الرملى الخاص بالنموذج.

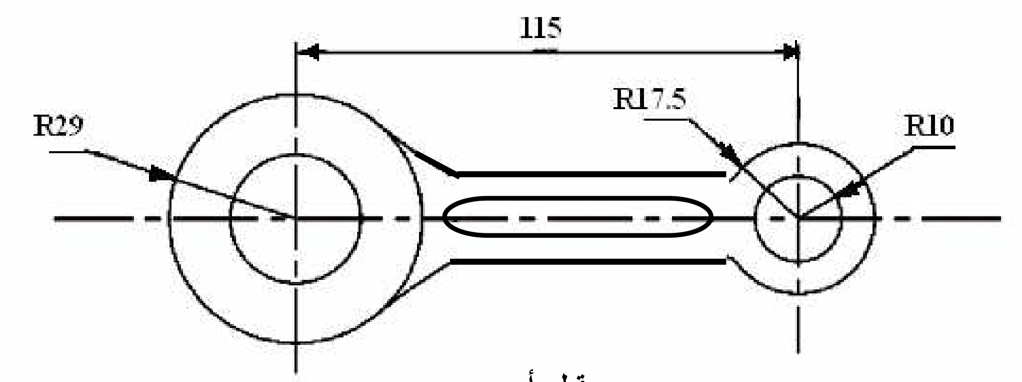
الغرض من التمرين :

تدريب الطالب عملياً على سبك ذراع توصيل بطريقة الختم بإستخدام النموذج الخشبى والدلاليك.

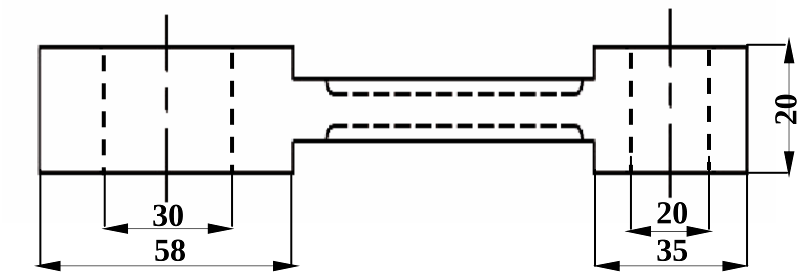
العدد والادوات المستخدمة:

العِدد الخاصة بورشة السباكة.

المعدن لمطلوب : الألمنيوم.



مسقط رأسى

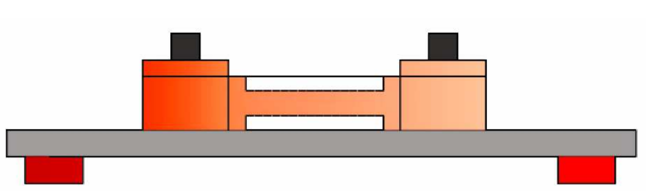


مسقط أفقى

خطوات تنفيذ التمرين :

الخطوة الأولى :

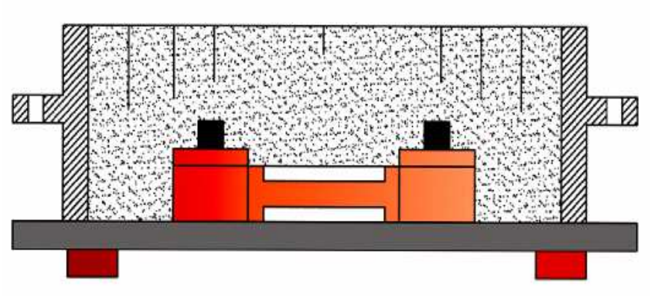
وضع النموذج على اللوحة فى مكان مُناسب بحيثُ يتوسط اللوحة الخشبية بعد دراسة السلبية بعد نزع البرطاطة (أسطوانة من الخشب وتُوضع قبل وضع الدليك) العليا.



الشكل يوضح طريقة وضع النموذج على اللوحة بعد نزع البرطاطة العليا

الخطوة الثانية :

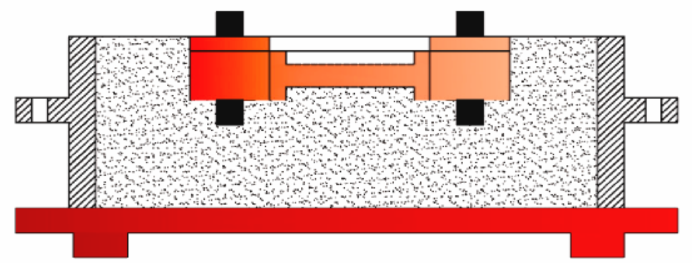
وضع الفرده الأولى على اللوحة الخشبية ثم يُوضع رمل الوجه ويكبس جيداً أولاً بالأيدى حولَ النموذج ثم يُوضع رمل الحشو ويتم الدك حول جدار الريزق أولاً بأستخدام الرملية ثم المنتصف ويزال الرمل الزائد إما بالقدم الصلب أو المسطرة الخشبية المعدة لذلك وعمل مجارى (فتحات التنفيس) بإستخدام النَفس حتى يتم التخلص من الغازات الناتجة عن عملية الصب.



الشكل يوضح طريقة عمل الفرده الأولى

الخطوة الثالثة :

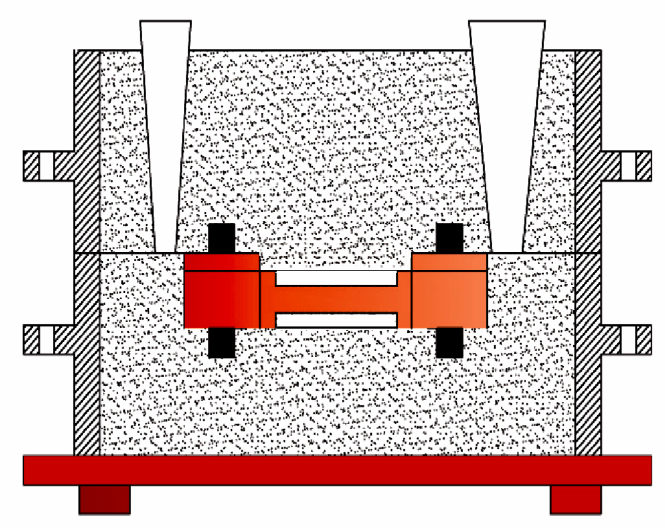
يتم قلب الفرده الأولى على اللوحة الخشبية وتسوية السطح بواسطة التراولة ووضع مسحوق الفحم (التغبيره) لعمل الحد الفاصل بين الفردتين ويتم وضع البرطاطة التى سبق نزعها والتأكد من إنفصالها عن النموذج بسهولة.



الشكل يوضح قلب الفرده الأولى وكيفية وضع البرطاطة

الخطوة الرابـعة :

وضع الفرده العلوية ووضع ممثل المصب وكذلك ممثل النَفس ثم يُوضع رمـل الوجـه بكمية مُناسبة بحيثُ تغطى النموذج وسطح الإنطباق ويدك حول النموذج جيداً بالأصابع أولاً ثم بإستخدام الرملية حولَ جدار الريزق ويسوى السطح بإستخدام المسطرة الخشبية ويتم عمل مجارى التنفيس.

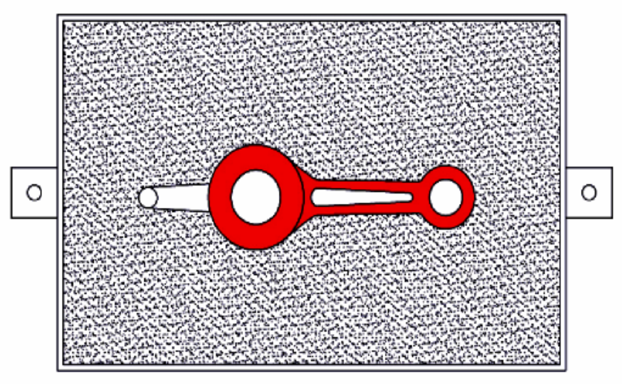


الشكل يوضح وضع الفردة العلوية وممثل المصب والنفس

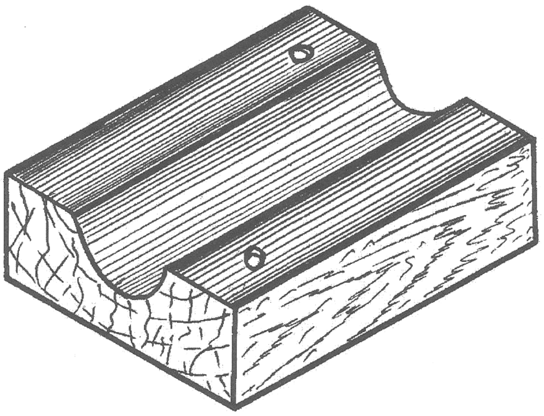
الخطوة الخامسة :

يتم رفع ممثل المصب وكذلك النَفس وعمل كأس المصب ورفع الفرده العلوية ثم يبلـل حولَ النموذج بالماء ويلحلح ويخرج ويتم إخراج البرطاطة السابق فصلها مع الفـرده العليا بنفس الطريقة ويتم عمل مجارى المصب والنَفس(يمكن الإقتصار علـى المـصب فقط).

يُدهن القالب بالجرافيت وتحمس الدلاليك وتُوضع فى الفرده السفلية للقالب ويتم التطبيق بحذر بحيثُ لا تتسبب الدلاليك فى تهدم القالب.



الشكل يوضح كيفية عمل مجرى للمصب
(يمكن الإستغناء عن مجرى النَفس)



الشكل يوضح نصف صندوق الدليك المُستخدم

التمرين الرابع : سبك فك منجلة

إرشادات يجب إتباعها قبل البدء فى تنفيذ التمرين الرابع :

أولاً :

أرتداء الزى الخاص بورشة السباكة وإتباع تعليمات الأمن الصناعى الخاصة بورش سباكة المعادن.

ثانياً :

تجهيز الأدوات والعِدد اللازمة لتنفيذ التمرين وكذلك تجهيز الخامات المطلوبة (الحديد الزهر)

ثالثاً :

حساب وزن التمرين والمصبات لمعرفة وزن شحنة الفرن.

رابعاً :

عند شحن فرن الدست يجب الإهتمام بفحم الفرشة بحيثُ لا يقل حجم القطعة الواحدة عن (١٠سم) حتى يكون هناك وقت كافٍ لصهر الزهر.

خامساً :

عمل الدليك الخاص بفك المنجلة بإستخدام صندوق الدليك الوارد من قسم النماذج ويراعى تسليح الدليك بإستخدام أسلاك من الحديد ذات قطر مناسب ويُصنع الدليك من الرمل الأسمنتى أو رمل الزيت.

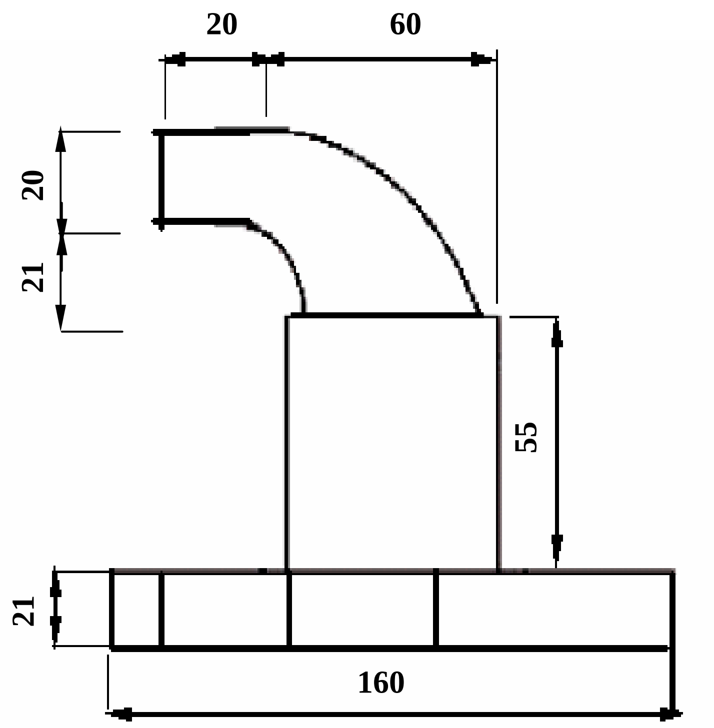
الغرض من التمرين :

تدريب الطالب على سبك الحديد الزهر وأستخدام فرن الدست (الشحن – التشغيل – التنظيف).

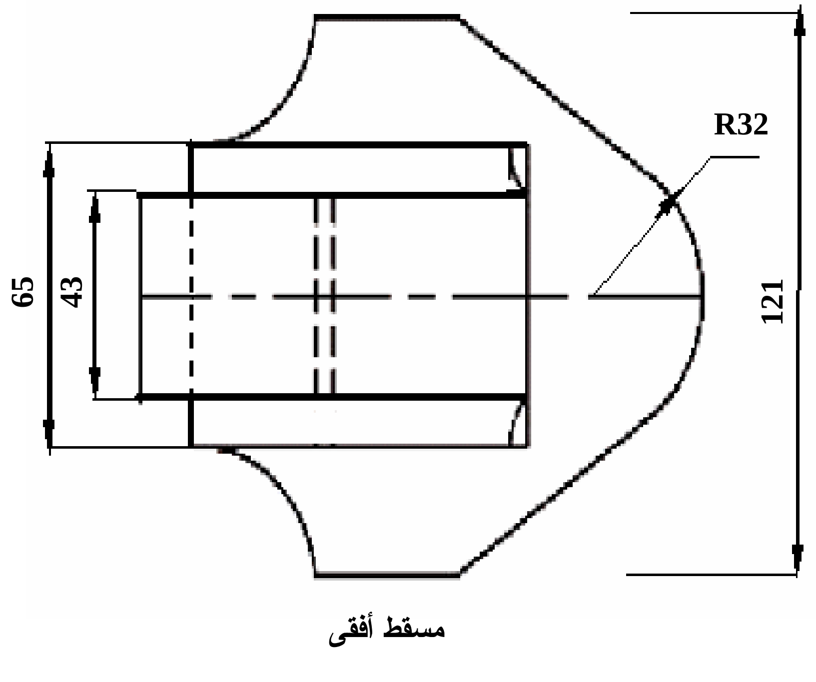
العدد والأدوات اللازمة :

العدد والأدوات الخاصة بورشة السباكة.

المعدن المطلوب : الحديد الزهر.



مسقط رأسى

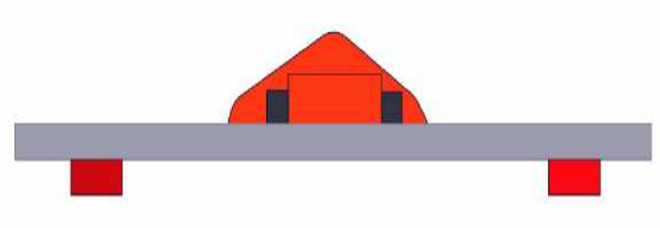


مسقط أفقى

خطوات تنفيذ التمرين :

الخطوة الأولى :

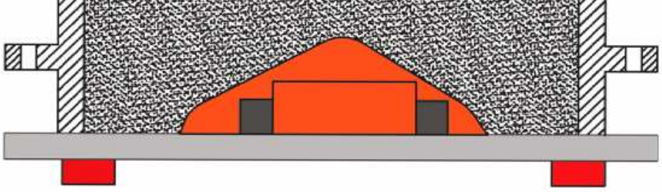
وضع نصف النموذج على اللوحة فى مكان مُناسب بحيثُ يتوسط اللوحة الخشبية.



الشكل يوضح طريقة وضع نصف النموذج على اللوحة

الخطوة الثانية :

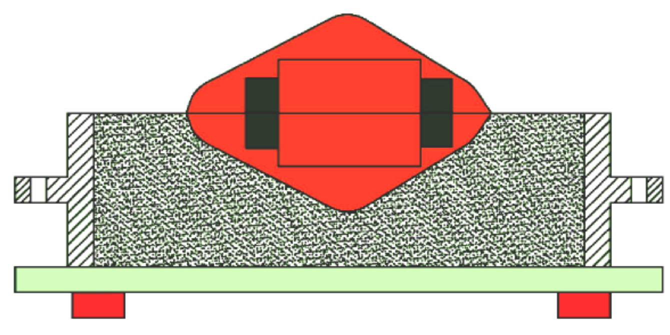
وضع الفرده الأولى على اللوحة الخشبية ثم يُوضع رمل الوجه ويكبس جيداً أولاً بالأيدى حول النموذج ثم يُوضع رمل الحشو ويتم الدك حول جدار الريزق أولاً بإستخدام الرملية ثم المُنتصف ويزال الرمل الزائد إما بالقدم الصلب أو المسطرة الخشبية المعدة لذلك وعمل مجارى (فتحات التنفيس) بإستخدام سلك النفس.



الشكل يوضح طريقة عمل الفرده الأولى

الخطوة الثالثة :

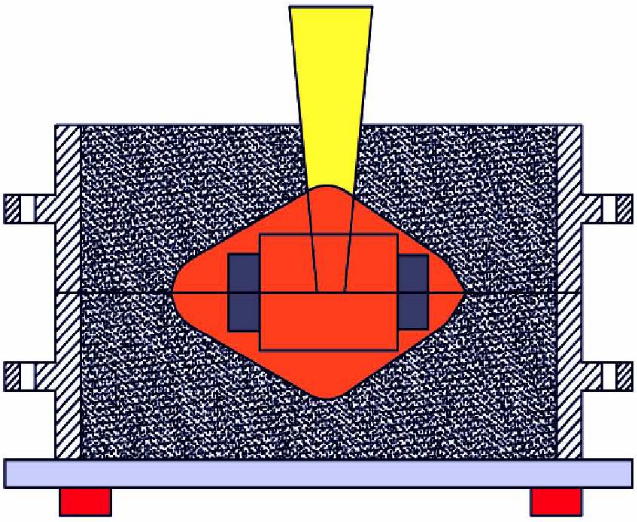
يتم قلب الفرده الأولى على اللوحة الخشبية وتسوية السطح بواسطة التراولة ووضـــع مسحوق الفحم (التغبيره) لعمل الحد الفاصل بين الفردتين ثم يُوضـــع النـــصف الثـــانى للنموذج.



الشكل يوضح طريقة وضع نصف القالب

الخطوة الرابـعة :

يتم وضع ممثل المصب فى مكان مُناسب وكذلك ممثل النفس ووضع كمية مُناسبة مـــن رمل الوجه بحيث تُغطى سطح النموذج العلوى ويتم الـــرك جيـــداً بالأيـــدى ثـــم الـــرك بأستخدام الرملية.



الشكل يوضح طريقة وضع المصب وعمل الفرده الثانية

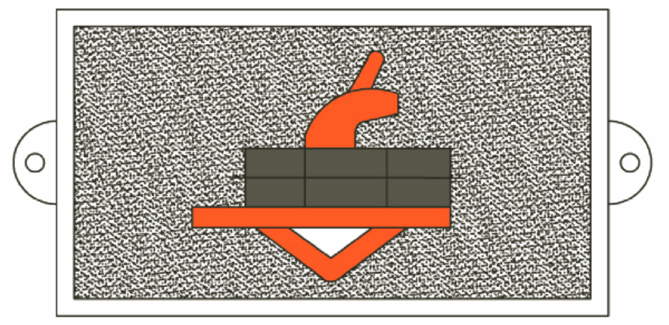
الخطوة الخامسة :

يتم رفع ممثل المصب وكذلك النَفس وعمل كأس الصب بأستخدام الأسـباتولية وعمـل مجارى التنفيس.

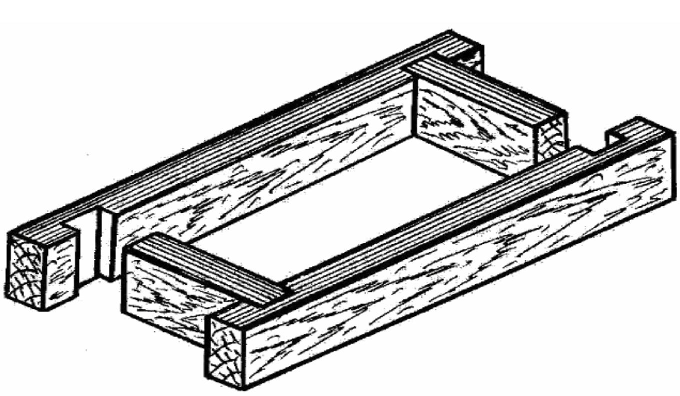
رفع الفرده العلوية ووضعها على فرشة من الرمل ُمناسبة حيثُ يوجـد بهـا النـصف العلوى للنموذج ويبلل حول النموذج بالماء فى الفردتين ثم يلحلح النموذج ويتم إخراج نصفيه بأستخدام الشوكه.

فتح مجارى المصب والنفس على أن يكون المصب ذو فرعين والنفس فرعه واحـدة يُنظف القالب بأستخدام الفرشاه أو مُنفاخ الهواء ثم يُدهن بالجرافيت ثم يجهـز الـدليك ويحمص ويُوضع فى مكانه (مرتكز الدليك) البرطاطه.

يطبق فردتى التمرين بعد إجراء عملية التحميص بأستخدام دلائل التثبيت تجهيزاً لعملية الصب ويراعى أن يُدهن الحد الفاصل بين الفردتين بأستخدام الطـين الحـرارى لمنـع تسرب المعدن أثناء عملية الصب.



الشكل يوضح طريقة عمل مجارى المصب والنَفس ووضع الدليك



الشكل يبين صندوق الدليك المُستخدم

نبذة عن صناعة الدلاليك:

قد تكون الدلاليك بنوعيها جافة كانت أو خضراء تُصنع من الرمل ومادة رابطة والرمل المُستخدم عادةً رمل الكوارتز أو الرمل الذى يحتوى على نسبة مرتفعة من السيلكا أمـــا المواد الرابطة فهى مواد عضوية كالزيوت والراتنج وأنواع معينة من مسحوق السيلكا وأكسيد الحديد وعند صناعة الدليك يُخلط الرمل بالأســمنت بنــسبة (١: ٦) بالنـــسبه للدلاليك الصغيرة والمتوسطة الحجم – أما فى الدلاليك الكبيرة فتقل هذه النسبه وذلك لما يُصنع لها من شبكه معدنية تقوم بعملية حفظ الدليك من التهدم.

التمرين الخامس : سبك محبس مياه

إرشادات يجب إتباعها قبل بدء تنفيذ التمرين الخامس :

أولاً :

أرتداء الزى المُناسب الخاص بورش سباكة المعادن.

ثانياً :

عند أجراء عملية الصب لابُد من أستخدام أسكيمة لمنع الخبث من الوصول إلى فراغ القالب.

ثالثاً :

عندما تكون الرمال ضعيفة الترابط يلزم إضافة مواد رابطة كبودة البنتونيت وذلك لتحسين قوة تماسك الرمل.

رابعاً :

عند دهان الفُرم بالجرافيت السائل يعطى المسبُوكات سطحاً ناعماً - لابد بالأهتمام بعمل فتحة حوض المصب الموجودة فى الريزق العلوى حتى لا تحدث إصابات أثناء الصب.

خامساً :

يراعى أثناء عملية التجفيف والتحميص أن تكون تامة حتى لا تحدث عيوب ناتجة عن زيادة الرطوبة فى الدليك.

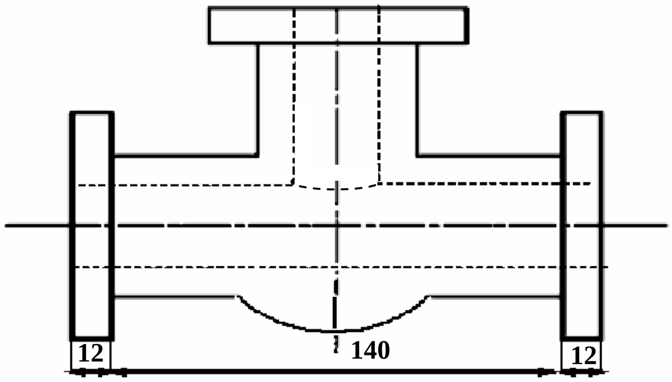
الغرض من التمرين :

تدريب الطالب على سبك المعادن المختلفة كالنحاس وحديد الزهر.

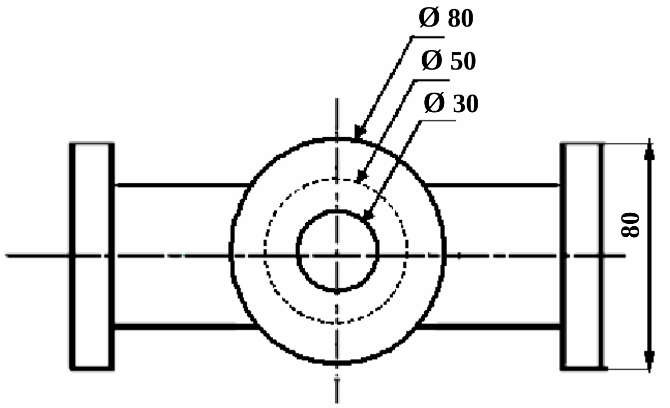
العدد والأدوات المستخدمة:

العِدد والأدوات الخاصة بورش السباكة.

المعدن المطلوب : النحاس أو الحديد الزهر.



مسقط رأسى

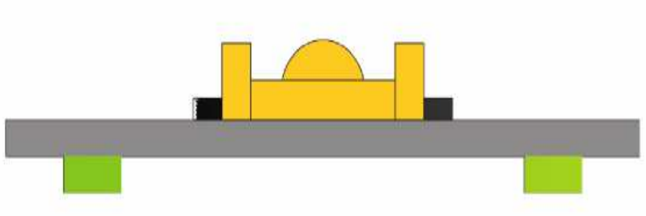


مسقط أفقى

خطوات تنفيذ التمرين :

الخطوة الأولى :

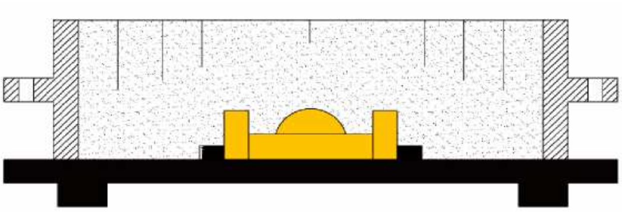
وضع نصف النموذج على اللوحة فى مكان مُناسب بحيثُ يتوسط اللوحة الخشبية .



الشكل يبين طريقة وضع النموذج على اللوحة

الخطوة الثانية :

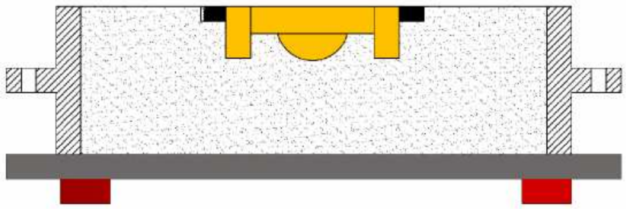
وضع الفرده الأولى على اللوحة الخشبية ثم يُوضع رمل الوجــه ويكــبس جيــداً أولاً بالأيدى حولَ النموذج ثم يُوضع رمل الحشو ويتم الدك حولَ جدار الريزق أولاً بأستخدام الرملية ثم المنتصف ويزال الرمل الزائد إما بالقدم الصلب أو المسطرة الخشبية المعــدة لذلك وعمل مجارى (فتحات التنفيس) بأستخدام سلك النَفس.



الشكل يبين طريقة عمل الفرده الأولى

الخطوة الثالثة :

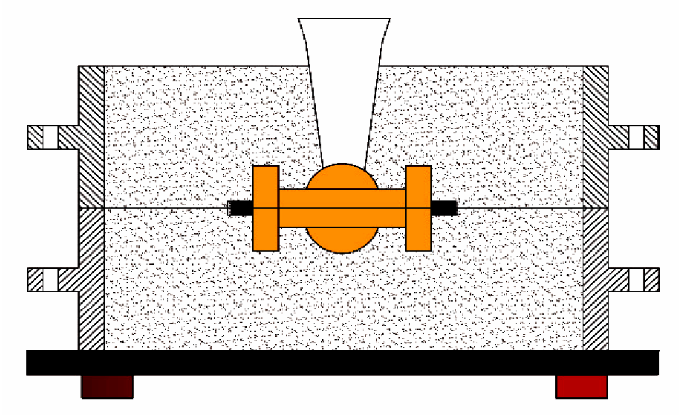
يتم قلب الفرده الأولى على اللوحة الخشبية وتسوية السطح بواسطة التراولة ووضــع مسحوق الفحم (التغبيرة) لعمل الحد الفاصل بين الفردتين ثم يُوضــع النــصف الثــانى للنموذج.



الشكل يبين طريقة قلب الفرده الأولى

الخطوة الرابعة :

يتم وضع ممثل المصب فى مكان مُناسب وكذلك ممثل النَفس ووضع كمية مُناسبة من رمل الوجه بحيثُ تغطى سطح النموذج العلوى ويتم الرك جيداً بالأيدى ثم الرك بأستخدام الرملية ويمكن عمل نفسات للتغذية على أعلى مستوى الفلانشتين ويمكن الإستغناء عنهم بعمل مجرى بسيخ حديدى لعمل فتحة التغذية والتأكد من إتمام ملأ فراغ القالب بالمعدن.



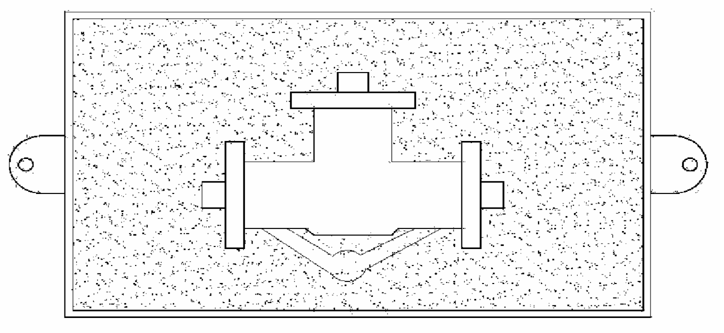
الشكل يبين طريقة عمل الفرده الثانية ومكان وضع المصب

الخطوة الخامسة:

يتم رفع ممثل المصب وكذلك النَفس وعمل كأس الصب بأستخدام الأسباتولية وعمل مجارى التنفيس.

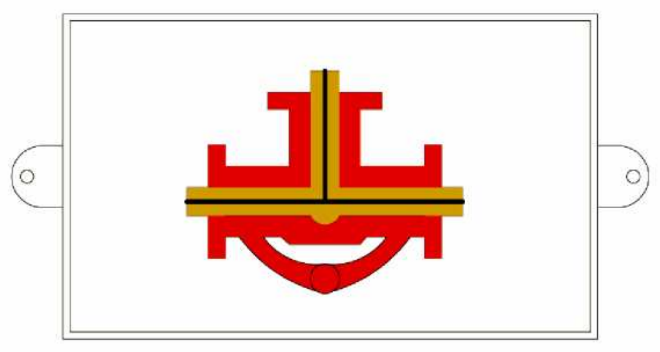
رفع الفرده العلوية ووضعها على فرشة من الرمل مُناسبة حيثُ يوجد بها النصف العلوى للنموذج ويبلل حولَ النموذج بالماء فى الفردتين ثم يلحلح النموذج ويتم إخراج نصفيه بأستخدام الشوكة.

فتح مجارى المصب والنَفس على أن يكون المصب ذو فرعين والنَفس فرع واحد يُنظف القالب بأستخدام الفرشاه أو منفاخ الهواء ثم يُدهن بالجرافيت.

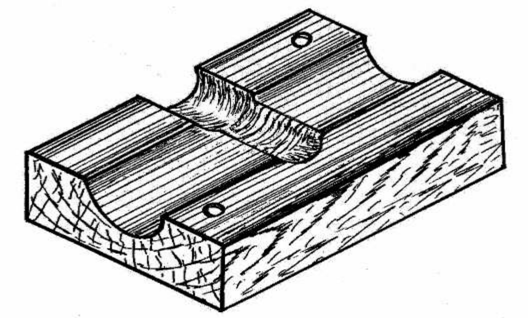


الشكل يبين وضع المصب وشكل القالب بعد إخراج النموذج

وبعد ذلك يتم وضع الدليك فى مكانه (مُرتكز الدليك) بعد التحميص الجيد للدليك والقالب ثم تُجرى عملية التطبيق أستعدداً للصب ويراعى وضع ثُقل مُناسب من الحديـد الزهـر لمنع تحرك الفرده العليا وهوما يعرف بالطفو أثناء عملية الصب.



الشكل يبين وضع الدليك داخل القالب



الشكل يبين نصف صندوق الدليك المُستخدم

المراجــع العلميــة

المراجع العربية :

١- مبادىء صب المعادن – تأليف ريتشارد وهاين . فليب . ك . روزنتال ترجمة الــدكتور محمد صلاح الدين المهدى.

مراجعة الدكتور كامل إسكندر – دار النهضة العربية القاهرة ١٩٥٥م

٢- إدارة الورش فى سباكة المعادن للمدارس الصناعية – تأليف م/ محمد أحمــد موســى – م/ حلمى حافظ إبراهيم – م/ عطية محمد حسن – القاهرة ١٩٨٢م

٣- معدات صناعة سباكة المعادن للمدارس الصناعية تأليف د.م/ مصطفى محمد سويدان – م/ مصطفى عبد المعبود زعفان – م/ على محمد رأفت مراجعة د. م/ عبد المنعم عبد الحى همام – القاهرة ١٩٩٢م

٤- تكنولوجيا السباكة – إعداد د. م/ حامد محمود أبو العنين كلية الهندسة جامعة المنيا ٢٠٠٦م

٥- الميتالورجيا الفزيائية – د/ أحمد سالم الصباغ – عالم الكتب القاهرة.

٦- المدخل إلى هندسة الإنتاج د/ أحمد سالم الصباغ عالم الكتب القاهرة ١٩٧٥م

٧- التمارين العملية فى أشغال الورش أ. د. م/ محمد نجيب الشيخ – بنى سويف ٢٠٠٤م

الفهـــــرس

الموضـــــوع	رقم الصفحة
الباب الأول : أفران صهر الزهر	٧
١ – ١ : أفران صهر الزهر .	٨
١ – ٢ : أستخلاص الحديد وفكرة موجزة عن أفران الدست (الكوبلا).	١١
١ – ٣ : مجالات إستخدام فرن الدست والأجزاء الأساسية له ومناطقه المختلفة.	١٤
١ – ٤ : أنواع أفران الدست .	١٨
١ – ٥ : ملحقات فرن الدست.	٢٨
١ – ٦ : مكونات شحنة فرن الدست.	٣٣
١ – ٧ : بعض المتاعب الرئيسية فى تشغيل فرن الدست وكيفية تلافيها.	٣٩
١ – ٨ : صيانة فرن الدست.	٤٠
الباب الثانى : السباكة بالقوالب المعدنية	٤١
٢ – ١ : المعادن التى تسبك بهذه الطريقة.	٤٥
٢ – ٢ : أجزاء القالب – مزايا طريقة القالب المعدنى.	٤٧
٢ – ٣ : طريقة سباكة القوالب المعدنية بالضغط.	٤٩
٢ – ٤ : ماكينات السباكة بالقوالب المعدنية.	٥٠
٢ – ٥ : السباكة بالقوى الطاردة المركزية.	٥٧
الباب الثالث : حساب نسب عناصر شحنة المسبُوك	٦٢
٣ – ١ : لإنتاج مسبوكات من الألمنيوم وسبائكه.	٦٤
٣ – ٢ : لإنتاج مسبوكات من النحاس وسبائكه.	٦٨
٣ – ٣ : لإنتاج مسبوكات من الزهر.	٧٢
٣ – ٤ : لإنتاج مسبوكات من الصلب الكربونى والسبائكى.	٧٨
الباب الرابع : حساب فتحات الصب والمغذيات	٨١
٤ – ١ : حساب فتحة الصب.	٨٦
٤ – ٢ : الشكل الهندسى لمكونات نظام الصب.	٩٢
٤ – ٣ : الشكل الهندسى للمغذيات وتحديد مواصفاتها.	٩٧
٤ – ٤ : المُبردات.	٩٩

تابع الفهرس

الموضـــــــوع **رقم الصفحة**

ثانياً : منهج المعمل			١٠٥
التجربة الأولى	:	إختبارات الكشف عن عيوب المسبوكات.	١٠٦
التجربة الثانية	:	الفحص النظرى وقياس الأبعاد.	١٠٨
التجربة الثالثة	:	الإختبارات الميكانيكية : " الإختبارات الإتلافية" (إختبارات الصلاده – إختبارات الشد).	١٠٩
التجربة الرابعة	:	إختبارات البنيه المجهرية.	١١٤
التجربة الخامسة	:	إختبارات بالموجات فوق الصوتية.	١١٧
التجربة السادسة	:	إختبارات بأشعة X وأشعة جاما.	١١٩
التجربة السابعة	:	الإختبارات المغناطيسية.	١٢٣
ثالثاً: المنهج العملى			١٢٦
التمرين الأول	:	سبك ترس عِدل.	١٣٤
التمرين الثانى	:	سبك كرسى محور بسيط.	١٣٩
التمرين الثالث	:	سبك ذراع توصيل.	١٤٤
التمرين الرابع	:	سبك فك منجله.	١٤٩
التمرين الخامس	:	سبك محبس مياه.	١٥٥

ثانياً: منهج المعمل

التجربــة الأولـــى : إختبارات الكشف عن عيوب المسبُوكات.

التجربة الثانيــة : الفحص النظرى وقياس الأبعاد.

التجربـة الثالثـة : الأختبارات الميكانيكية

" الأختبارات الإتلافيه " (إختبارات الصلادة – إختبارات الشد)

التجربة الرابــعة : إختبارات البنية المجهريه.

التجربـة الخامسة : إختبارات بالموجات فوق الصوتية.

التجربة السادسة : إختبارات بأشعة x وأشعة جاما.

التجربة السابعة : الإختبارات المغناطيسية.

مقدمـــة

فحص المسبُوكات هى عملية التأكد من مطابقة هذه المسبُوكات للمواصفات الفنية التـــى يشترطها المُستهلك أو ظروف الإستخدام بصورة عامة.

والمواصفات الفنية عبارة عن بيان موجز لمجموعة المتطلبات التى ينبغى تحقيقهـــا فـــى منتج ما مع إيضاح الطريقة التى يمكن بواسطها التحقق من إستيفاء هذه المتطلبات كلما أمكن ذلك.

يتفاوت تفتيش الكشف عن عيوب المسبُوكات مع ملاحظة المظهر الخارجى إلى الدراســـة الشعاعية (الراديو غرافيا) الكاملة لجميع المسبُوكات وسواءاً كان المفتش يعمل بحساب المسبك أو لحساب المُستهلك فهو يمثل فىحقيقة الأمر المُستهلك ومن مهامه رفض جميع المسبُوكات التى لا يرتضيها المُستهلك.

ويجب القيام بعملية الفحص أثناء التنظيف وخاصةً على المسبُوك الذى تم تشطيبه وذلـــك للتأكد من مطابقته للمواصفات – وكلما أستُبعدت المسبُوكات الغير صالحة فـــى مرحلـــة مبكرة كلما قلت العمليات التى تُجرى عليها لتقليل التكلفة وكـــذلك أســـتبعاد المـــسبُوكات التالفة أثناء إخراجها من القالب حيثُ أنه يمكن إستبعاد المسبُوكات التى بها عيوب ظاهره بسرعة ومع ذلك فإن المسبوكات التى يوجد بها تفاوت فى الأبعاد أو عيوب ميتالورجـــية قد تحتاج إلى قياسات خاصة أو إجراء إختبارات لإكتشاف ما بها من عيوب.

التجربة الأولى : إختبارات الكشف عن عيوب المسبُوكات

الهدف من التجربة :

إلمام الطالب بطرق الكشف عن عيوب المسبُوكات المختلفة من حيـــثُ الـــشكل والـــوزن وخلافه.

الأدوات المطلوبة

١- فرشاه سلك للتنظيف.

٢- جاكوش.

٣- قفازات حرارية.

العينات المطلوبة لإجراء التجربة:

مجموعة من المسبُوكات المختلفة والتى تحتوى على عيوب ظاهريه مثل:

- البخبخة بأنواعها.
- برودة المعدن.
- عدم تطابق نصفى القالب.
- تكون زعانف عند سطح إنفصال القالب.

ويمكن أن تتم التجربة فى المسبك على عدة أنواع من المسبُوكات التى بها عيوب ظاهرية لتدريب الطالب على إكتشاف العيوب وطرق تلافيها.

وتوضح الأشكال التالية بعض من هذه العيوب :

تكون زعانف عند سطح إنفصال القالب

عدم نطابق نصفى القالب

عيب ناتج عن برودة المعدن

عيب ناتج عن عدم إكتمال المعدن

الخطوات

يقوم الطالب بفحص المسبُوك ومعرفة العيوب مستخدماً نفس النموذج من العينة الخالية من العيوب ومقارنته بالعينة التى تحتوى على عيوب ظاهرة بالوزن أو الشكل أو اللون – ويعمل على تقييم هذه العيوب الظاهرة ومناقشة أسباب هذه العيوب مع المعلم.

التجربة الثانية : الفحص النظرى وقياس الأبعاد

الهدف من التجربة :

تدريب الطالب عملياً على إستخدام عدد القياس الخاصة بمراجعة المسبُوكات لمعرفة مدى صلاحية المُنتج من عدمه.

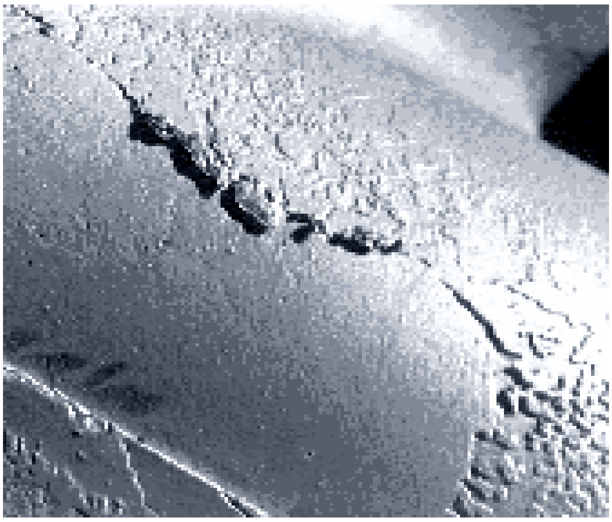
تدريب الطالب على معرفة بعض العيوب البصرية الواضحه مثـــل الإلتـــواء والإنكمـــاش والتقلص.

الأدوات المطلوبة :

١- قدم صُلب
٢- قدمة ذات الورانية
٣- ميكرومتر

والأشكال التالية توضح بعض العيوب الظاهرة للمسبُوكات

عيب ناتج عن وجود كمية من الرطوبة داخل القالب



تشوه سطح المسبُوك بسبب تشقق القالب قبل الصب

وهناكَ أنواع معينة من العيوب تكون واضـحة بمجـرد الملاحظـة النظريـة للمـسبُوك فالمسبُوكات المشروخه والتى يوجد بها أوساخ وبخبخة وتغلغل معدن وإزاحات وتـسرب والصب السريع والإنتفاخات أو الإنفعالات وتشقق القالب وغير ذلك من العيوب الأخـرى الكثيرة التى يمكن التعرف عليها بالفحص النظرى – وهذه الأنواع من العيوب التـى قـد توجد فى المسبُوكات تكون عادةً مصحوبه بعيوب فى القالب أو الدليك ومواد صـناعاتها والروازق وعملات صناعة الدليك وباقى العوامل التى تؤخذ فى الإعتبار عند عمل القالب وصبه.

وقد يحدث كثير من الأسباب التى تؤدى لوجود هذه العيوب بشكل زائد ويدل ذلـك علـى خطأ فى الطرق المتبعه فى المسبك وتصحيح هذه الطرق صبحَ أمراً ضرورياً فـى هـذه الحالة ويسهُل تحقيقه إذا أمكن تحديد السبب المؤدى لوجود العيب.

قياس الأبعاد :

ويتضمن قياس أبعاد المسبُوك مبادىء أستعمال أدوات القياس وكيفيـة أسـتخدامها لأى جزء من أجزاء الماكينات فمثلاً الزهرة ذات السطح المستوى ومحددات قيـاس الإرتفـاع والعمق وجداول التركيب وأجزاء التقسيم ومحدادات قياس الأقطار الخارجيـة والداخليـة والضبعات والقوالب إلى آخره من أدوات المراجعة يمكن أستخدامها فى حالة المسبُوكات بنفس الطريقة التى تُستخدم فى عمليات التركيب والفحص والقياس.

ومن الضرورى أن يكون هناكَ إتفاق بين ورشة التـشغيل والمـسبك وورشـة صـناعة النماذج لتحديد القياسات ومراجعة الأبعاد بطريقة سليمة وأختيـار المواضـع المناسـبة للتصميم والتنفيذ مجتمعه.

التجربة الثالثة : الإختبارات الميكانيكية

الإختبارات الإتلافية (إختبار الصلاده – إختبار الشد)

يمكن تسمية الإختبارات الميكانيكية للمسبُوكات بالإختبارات الإتلافية والتـى لا يُـستخدم المسبُوك بعدها وغير الإتلافية والتى يمكن إستخدام المسبُوك بعد أجراء الاختبار عليه.

والغرض من الإختبارات الميكانيكية التأكد من مطابقة المسبُوك للمواصفات الموضـوعه من قبل المصمم وذلك بعمل عينات قياسية لأجراء الإختبارات المختلفه للتأكد من مطابقتها لمواصفات الخواص الميكانيكية – وتُجرى الإختبارات الخاصة بمقاومة الـشد والـصلادة

والتحميل المُستعرض والكلل وإختبار الصدمات والخواص الأخرى تبعاً للمواصفات العالمية.

أولاً : أختبار الصلادة

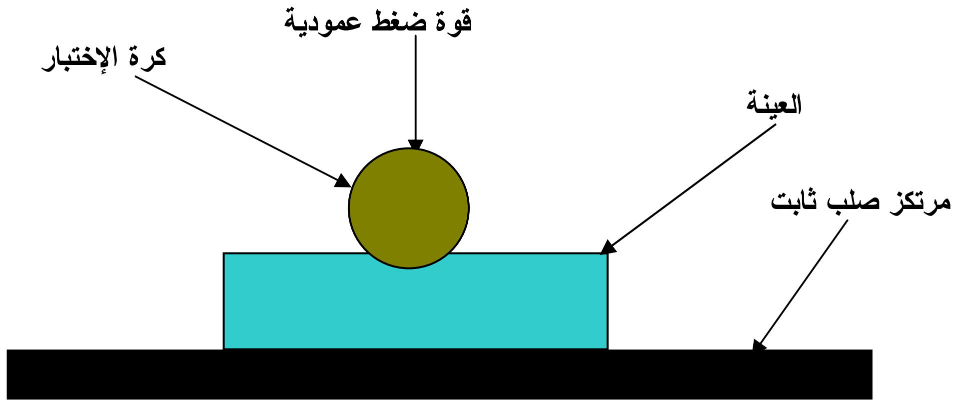
ويمكن تعريف الصلادة بأنها عكس الليونه حيثُ تُعبر عن مدى مقاومة المعدن للتغلغل والخدش والبرى وبالتالى للتشغيل.

الهدف من الأختبار :

١- التدريب العملى على ترتيب المعادن طبقاً لدرجات صلادتها.
٢- التحكم فى مستوى الإنتاج ومراقبته أثناء مراحل التصنيع.
٣- ضبط نسب الكربون المطلوبه أثناء الصناعة.
٤- بيان مدى تأثير طريقة تشغيل المعدن وذلك بإختبار صلادته قبل التشغيل.

الخطوات :

١- يجرى الإختبار فى درجة الحرارة العادية ويكون ذلك بوضع قطعة الإختبار على مرتكز صلب ثابت حتى لا تُحدث إزاحة أثناء إجراء الأختبار.
٢- توضع كرة برنل المناسبه أعلى سطح قطعة الإختبار ويضغط عليها بحمل عمودى على سطح قطعة الإختبار.

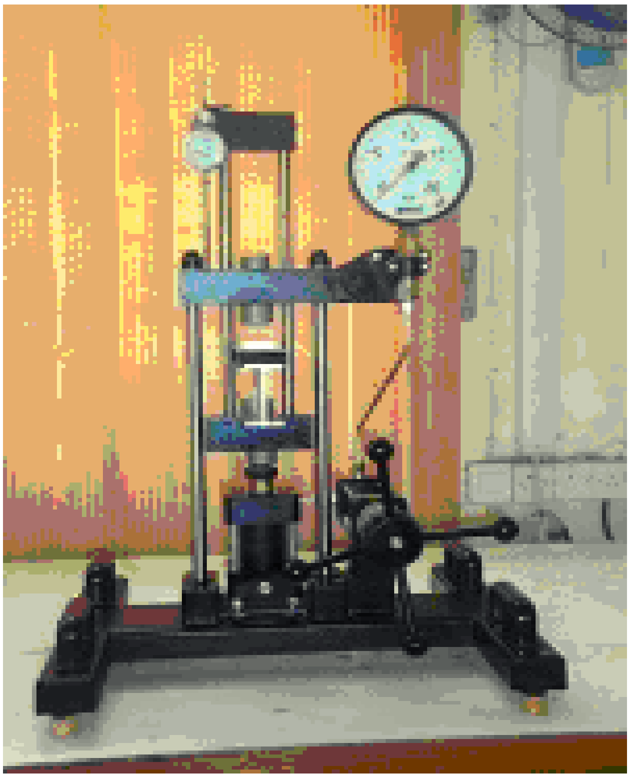


إختبار الصلاده بإستخدام طريقة برنل

٣- يزداد هذا الحمل تدريجياً حتى تصل قيمته إلى الحمل المناسب للمعدن المُختبر والمقابل لكرة برنل المستخدمة.

٤- يُترك هذا الحمل مؤثراً على قطعة الإختبار فترة لاتقل عن ١٥ ثانية.

٥- يُزال الحمل ويقاس قطر الأثر ويحسب رقم برنل للصلاده ويحسن عند ذكر رقم برنل للصلاده بيان قطر الكرة وقيم الحمل المُستخدم فى الإختبار مثل ص ب ٠ (١٠/٣٠٠٠) أى رقم صلاده برنل معين بأستخدام كرة قطرها (١٠مم) وحمل (٣٠٠٠ كجم) كما يحسن إجراء أكثر من إختبار على القطعة الواحدة وأخذ متوسط النتائج وذلك كلما سمحت مساحة قطعة الإختبار بذلك.



ماكينة إختبار الصلادة

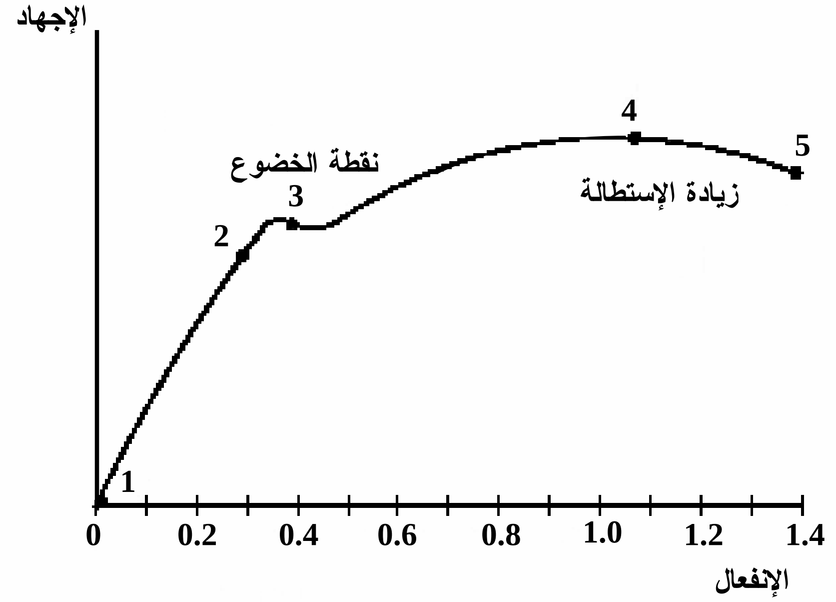
ثانياً: أختبار الشد

يعتبر أختبار الشد من أهم الأختبارات الميكانيكية لسهولة إجراؤه وإمكانية الحصول على معلومات متنوعة عن الخواص الميكانيكية للمادة - كما يُستخدم أيضاً فى ضبط جودة الإنتاج - ويجرى إختبار الشد بتحميل قطعة الأختبار بحمل شد محورى بشرط أن يكون الحمل موزعاً توزيعاً متساوياًعلى المقطع المُستعرض لقطعة الإختبار.

ويبدأ هذا الحمل من الصفر ويزداد تدريجياً حتى تنكسر قطعة الأختبار.

الهدف من الأختبار:

١- تعيين المقاومة والممطولية للمادة المختبره.
٢- مشاهدة سلوك المادة تحت تأثير الحمل.
٣- دراسة الكسر فى العينة.



منحنى الإجهاد والإنفعال عند أختبار العينة

الخطوات:

١- أفحص العينة بالنظر بحثاً عن أى عيوب أو خدوش أو شروخ ظاهره أو أى حزوز عميقة أو عيوب تشغيل مثل عدم تُماثل التشغيل على طول أو مقطع العينة ، فسطح العينة لابد أن يكون خالياً من العيوب الظاهره و متوازى و ذو مقطع منتظم على طول المعيار.

٢- قياس مساحة المقطع و سجلها و تكرار القياس لكل العينات ، فلا تعتبر أن العينات متطابقة فى أبعادها.

٣- علِّم بحرف حاد لتحديد طول المعيار على سطح العينة و ليكن مثلاً (٥٠ مم) ، فهذا العلام سيستخدم لحساب نسبة الإستطالة بعد الكسر.

٤- صفِّر (أجعله صفّراً) عدّاد قياس الحمل (قوة الشد) و كذلك مؤشر الرسم قبل تثبيت عينة الشد فى الماكينة ، و يجب ألا يُعاد التصفير بعد تثبيت العينة لأن ذلك سيؤدى إلى خطأ فى النتائج.

٥- ثبت العينة فى مقابض الماكينة.
٦- صفّر مقياس الإستطالة ثم ركبه على العينة ، ثم صفّر عدّاد قياس الإنفعال بعد ذلك.
٧- أبدأ الإختبار بتحميل العينة تدريجياً.
٨- لاحظ الإختبار عن قرب و كن مستعداً لأى مشكلات يمكن أن تحدث أثناء الأختبار.
٩- يستمر الإحتبار حتى تنكسر العينة.
١٠- غالباً ما تُظهر الماكينات الحديثة نتائج الإختبار تلقائياً بعد الكسر ، إذا كانت أبعاد العينة قد أُدخلت للماكينة قبل الإختبار و بعده. أما إذا كانت الحالة خلاف ذلك فالماكينة ستُخرج قيم الحمل و الإستطالة مرسومين فى منحنى أو قيم مجهولة ، فقم بحساب خواص الشد من منحنى الحمل و الإستطالة كالآتى:

الإجهاد : يُحسب بقسمة الحمل على مساحة المقطع الأولية و يسمى الناتج بالأجهاد الهندسى (تختلف قيمته عن الإجهاد الحقيقى).

الانفعال: يُحسب بقسمة الإستطالة على الطول الأولى للمعيار، و يسمى الإنفعال الهندسى (تختلف قيمته عن الإنفعال الحقيقى).

يمكن رسم منحنى الإجهاد و الإنفعال الهندسيين بناءاً على القيم السابق حسابها.

مقاومة الشد : هى أعلى قيمة للإجهاد فى منحنى الإجهاد و الإنفعال.

تُعين مقاومة الخضوع حسب معيار الخضوع المطلوب مقاومة خضوع حدية و مقاومة خضوع عند تمدد إجمالى من المنحنى.

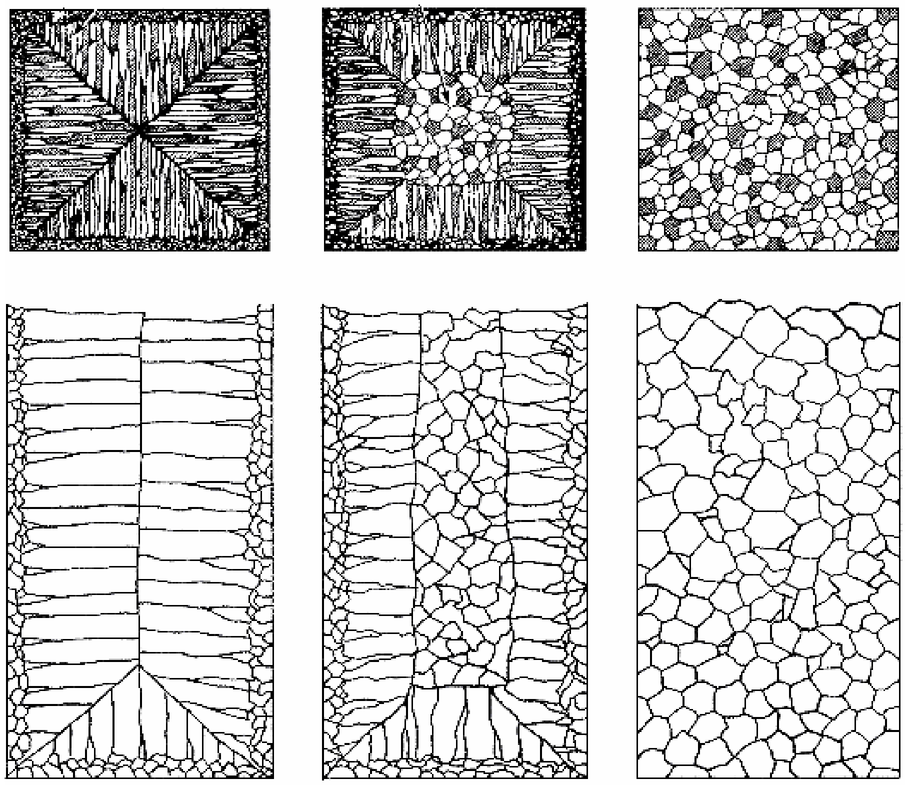
تحسب **قيم المطولية** وهى (نسبة الإستطالة و نسبة إنخفاض المساحة) على العينة بعد الكسر.

يُحسب **معامل المرونة** من ميل الجزء الأول المستقيم من المنحنى.

ماكينة حديثة تُستخدم لإجراء إختبار الشد والضغط

التجربة الرابعة : إختبارات البنية المجهريه

يُستعمل الميكروسكوب عادةً فى دراسة بنية الحبيبات ويتم أخذ صورة بيانية بواسطة الميكروسكوب وتسمى مثل هذه الرسوم بصورة المرسمات المجهريه – ويلزم عند تجهيز عينة للدراسة الميكروسكوبية أن نحصل على سطح مستوٍ (عدل) حتى يمكن إظهار العيوب بوضوح – وتوضح الأشكال التالية البنية المجهريه لبعض المعادن.



بعض الأشكال المجهرية لمقاطع المعادن

الهدف من التجربة:

١– إظهار العيوب الداخلية للمسبُوكات.

٢– التعرف على شكل البنية المجهريه لعينات المعادن المختلفة.

الأدوات المستخدمه :

جهاز ميكروسكوب – عينات مناسبه من عدة معادن مختلفة – حجر جلخ – صنفره

الخطوات :

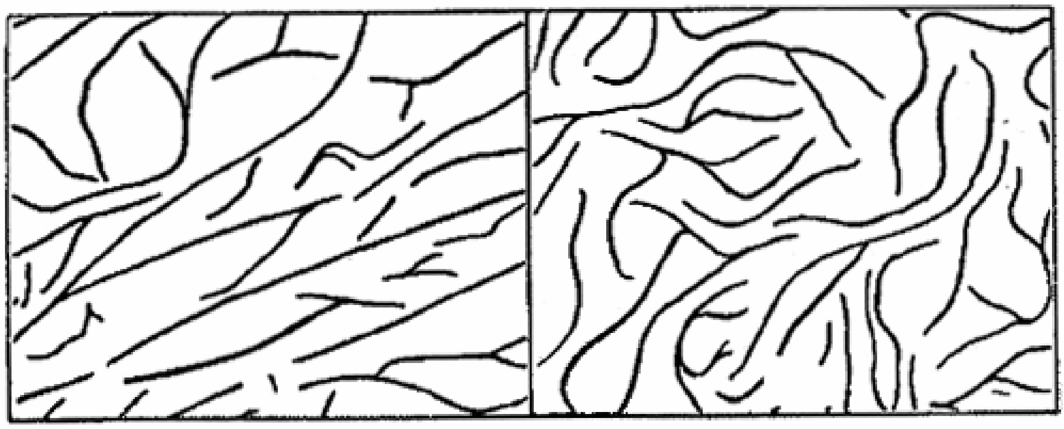
١- تجلخ العينة بواسطة حجر الجلخ أو الصنفرة على أن تُنعم قدر الإمكان بصنفره ناعمة جداً ويتم تلميعها بواسطة جرافيت مغطى باللباد المُشبع بالماء مع مسحوق تلميع ناعم جداً.

٢- وضع العينة تحت المجهر وبحيثُ يكون مصدر الضوء عمودياً على السطح فينعكس الضوء مباشرةً من المساحات غير المتآكلة مكوناً صورة بيضاء للحبيبات غير المتآكلة وتظهر الحبيبات التى تآكلت بعمق أو حدود الحبيبات سوداء ويكون مدى التكبير للميكروسكوب الضوئى من (١٠٠ : ٢٠٠٠ تكبير خطى) ويمكن الحصول على صورة مجهريه بتكبير يصل إلى (١٠٠٠٠٠ مرة) بإستعمال المجهر الأكترونى ويزداد إنحراف المسار الألكترونى المعوجِ بمجال مغناطيسى ثم يُعرض على لوح فوتوغرافى

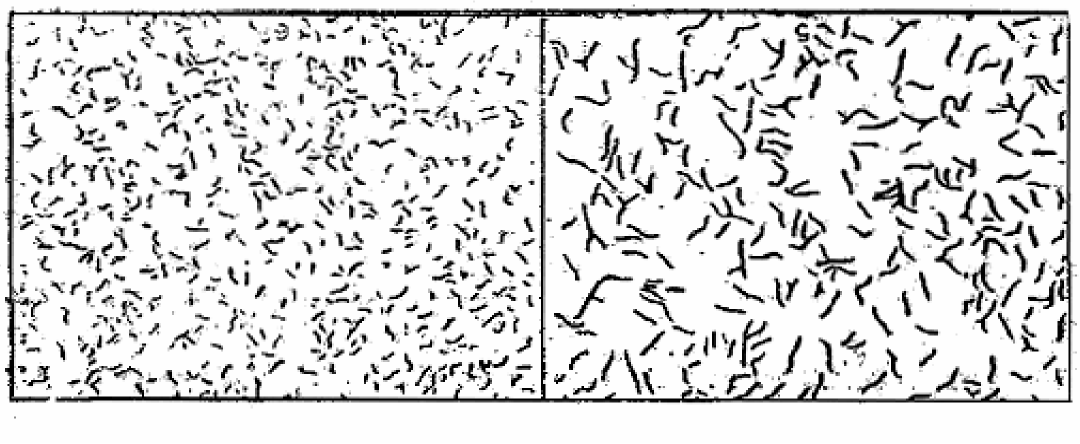
ميكروسكوب

والأشكال الميكروسكوبيه الآتية تبين البنيه المجهريه لبعض أنواع حديد الزهر :

عينتين للزهر الأبيض



عينتين للزهر الرمادى

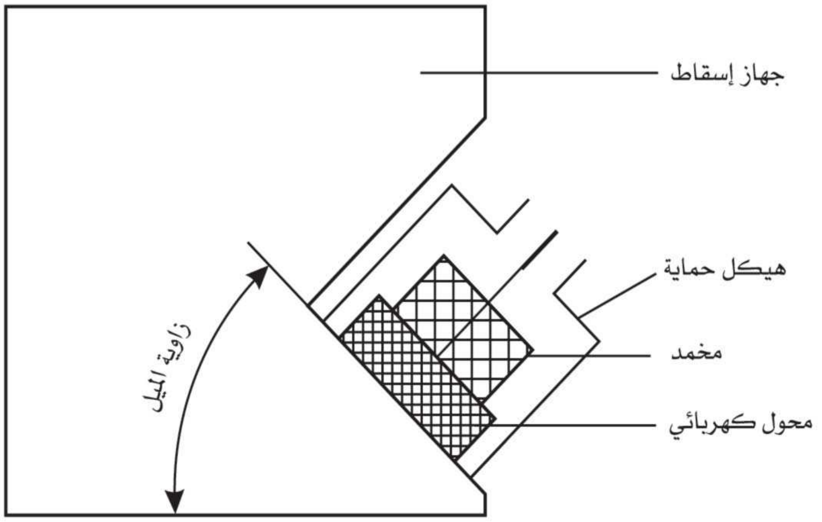


عينتين للزهر المنقط (الأرقط)

التجربة الخامسة :إختبارات بالموجات فوق الصوتية

يمكن أستخدام الموجات الصوتية التى تزيد ذبذبتها عن الذبذبة المسموعه (١٦٠٠٠ ذبذبة / الثانية هرتز) فى تحديد مواضع العيوب فإذا سُلطت على سطوح المسبُوكات ذبذبات تفوق فى عددها الذبذبات الصوتية فإنها تنعكس من السطح المقابل بعد فترة مناسبة من الزمن.

والشكل التالى يوضح أجهزة الإختبار بالترددات فوق الصوتية:



جهاز الإختبار بالترددات فوق الصوتية

تُستخدم في أختبار المواد أجهزة نبضيه لكشف عيوب المعادن تتألف من نماذج معيارية وتجهيزات مساعدة – ويزود جهاز الإختبار بالترددات فوق الصوتية بطائفة من الحسَّاسات المائلة تكون فيها الصفيحة الكهربائية مائلة على مستوى القطعة المراد فحصها – وإضافة إلى الحساسات المائلة توجد حساسات مستقيمة وحساسات منفصلة،

وتعمل الحساسات المستقيمة والمائلة على النحو التالى:

تُوصل الصفيحة الكهربائية بمولد الترددات الكهربائية وتُوصل الصفيحة الأخرى بالمستقبل، ويتم تحريك الحساس مهما كان تصميمه،بمحاذاة سطح القطعة على طبقة من سائل التماس، وقد يكون التماس مباشراً عندما تكون سماكة طبقة التماس أقل من طول الموجة، أو عندما تكون سماكة طبقة التماس (١: ٣ مم)، أو بالغمر عندما تكون طبقة التماس كبيرة (الإختبار في الماء).

ويتعلق إختيار طبقة سائل التماس بخشونة سطح التماس للقطعة المراد فحصها، وبدون مادة الوقاية.
وتُعد قيمة تردد الذبذبات فوق الصوتية، وكذلك زاوية ميل المحور البصري، وزاوية المنشور، وغيرها من محددات (بارامترات) الحساس. وكذلك تتعلق نتائج الفحص بقدرة الكاشف على تحليل مكان توضيح العيب إذ كلما كانت أبعاد العيب (فجوة، أو تشقق) قليلة كانت قدرة التحليل لدى الكاشف أعلى وبالعكس. وتحدد سماكةُ الطبقة السطحية للقطعة المنطقة الميتة التي لايكتشف العيب فيها، وتوجد المنطقة الميتة فقط عند الفحص بالصدى النبضي، وهذه إحدى نقائص هذه الطريقة، وتتحدد قدرة التحليل بأقل مسافة بين عيبين متجاورين يظهران منفصلين، ويمكن بواسطة الفحص بالصدى قياس المسافة التي يبعدها العيب عن السطح وكذلك إرتفاعه، ويمكن الكشف عن عيبين متراكبين جزئياً.
وبإستخدام كاشف لايتجاوز وزنه (٣كجم) فحص ألواح من الصلب والألمنيوم والتيتانيوم وغيرها تراوح سماكتها بين (٦ - ٥٠مم).

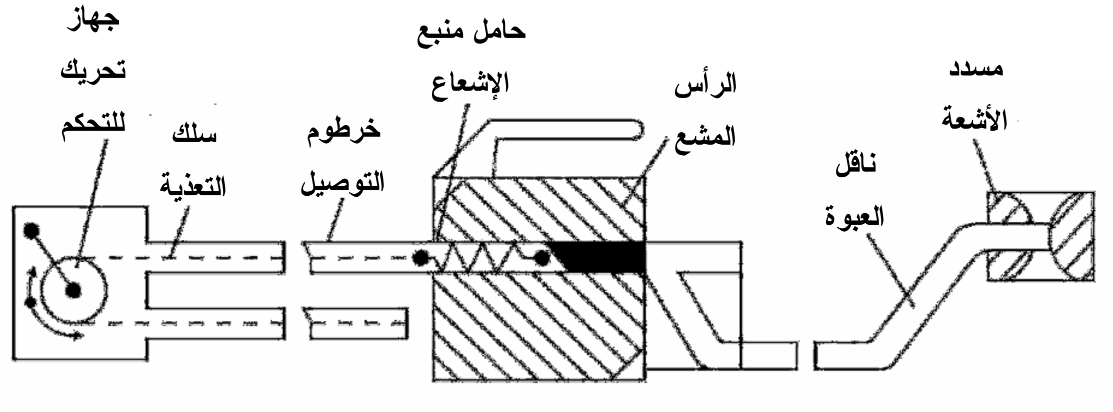
الأسس التقنية للفحص بالصدى النبضي :

تحضر القطع للفحص على نحو يكون معه السطح الذي سيتحرك عليه الحساس خالياً من الحفر والتعاريج كما يجب أن ينظف السطح من آثار شظايا المعدن والصدأ وتفرغ الخزانات والأنابيب من السوائل قبل فحصها، ويتم أختيار زاوية إدخال الشعاع وحدود حركة الحساس، لكي يمكن تعريض مساحة القطعة كلها للأشعة المباشرة والمنعكسه، وتحدد مدة المسح لدى الجهاز الكاشف، لكي يطابق القسم الأكبر من المسح مسار النبضة فوق الصوتية في المعدن المراد فحصه.
قبل الشروع في أختبار القطعة بالموجات فوق الصوتية يجب التحقق بموجب النماذج القياسية، من المحددات (البارامترات) الآتية:
تردد الذبذبات فوق الصوتية والحساسية الحدية وزاوية إدخال الشعاع فوق الصوتي في المعدن وخطأ قياس العمق والمنطقة الميتة وقدرة التحليل بإتجاه التعرض للأشعة ومدة النبضة السايرة والبعد الأدنى للعيب الذي يُجري إظهاره بسرعة الفحص المعتمدة.
ويعمل المجهر الصوتي بتردد يتراوح بين (١٥ - ٢٠ ميجاهرتز) وسيعمل التصميم النهائي له بتردد يتراوح بين (٠,٥ و ١ ميجاهرتز) وهذا يعبّر عن دقة عظيمة في القياس لكشف أي تشققات لا تزيد على الميكرومتر.

التجربة السادسة : إختبارات بأشعة X وأشعة جاما

وتُستخدم فى إختبار متانة المسبُوكات وسلامتها بطريقة غير إتلافية بإستعمال أشعة X الراديوغرافية – ومصدر الأشعة ذات الموجه القصيرة التى يمكنها إختراق المعادن إما أن يكون عبارة عن أنبوبة أشعة X أو كبسولة الراديوم أو كبسولة الكوبلت أو أى مصدر آخر للنظائر المشعه.

والشكل التالى يوضح رسم تخطيطى للإختبار بأشعة جاما



الإختبار بطريقة جاما

يُعتمد في كشف العيوب الداخلية للمعادن وفي الوصلات اللحاميه على خاصية (أشعة X) و(أشعة جاما) وقدرتها العالية على النفوذ في مختلف الأجسام الصلبه والمعدنية – وتنقص شدة الأشعة عادةً عند مرورها في المادة، إذ يضعُف الإشعاع بحسب قانون معين تبعاً للتركيب الكيماوى للمعدن المفحوص وسماكته وطاقة الإشعاع.

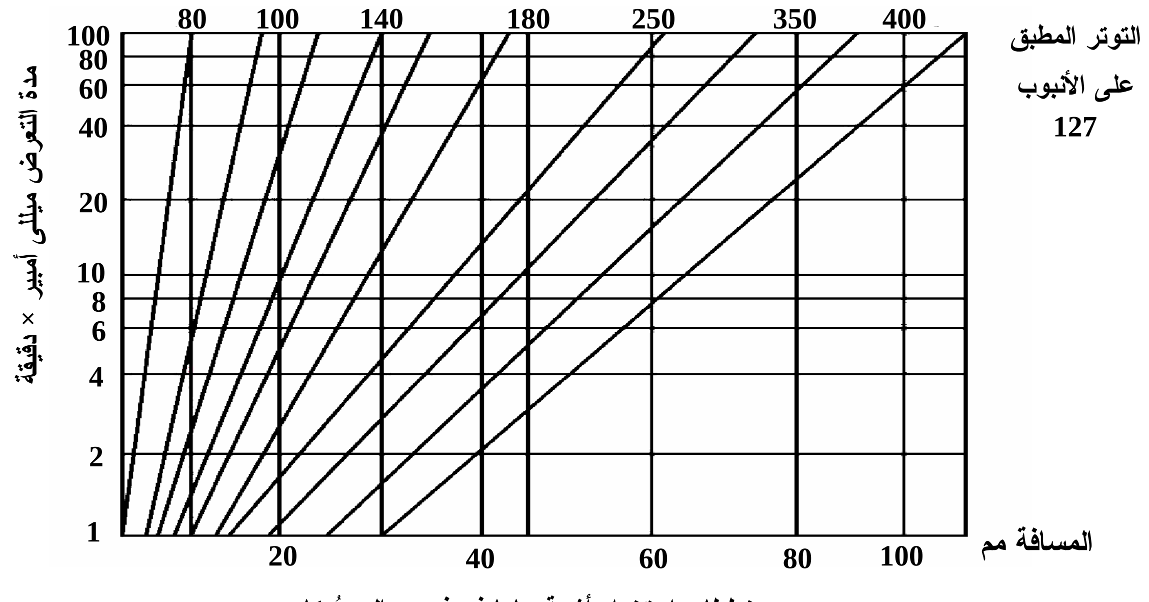
ويجرىَ تسجيل الشدة المتغيرة للإشعاع المار في الجسم المفحوص من السطح المقابل للسطح المفحوص بوساطة صفيحة تصوير إشعاعي كاشف، أو بواسطة منظومة بصرية إلكترونية أو بعداد إلكترونيات. ويضعُف الإشعاع عند مروره في المعدن الحاوى على عيوب جيب غازي أو مادة خبثية أو شقوق أو غيرها – لكنه أقل مما في المعدن المصمت – وعند تسجيل العيب بواسطة صفيحة التصوير الإشعاعي فإن الإشعاع يترك على مادة الصفيحة تأثيراً كيماوياً يظهر سواداً في الصفيحة يدل على أماكن وجود العيب، وتتصف هذه الأماكن بأكبر شدة للإشعاع، وتظهر العيوب على هيئة بقع وخطوط سوداء على الخلفية الفاتحة للقطعة المعدنية.

ويمكن حمل أجهزة جاما أو نقلها على عجلات،ويُوصل المشع إلى منطقة الفحص عن طريق ناقل العبوة على مسافة (٥: ١٢م) ومن الضروري أستخدام هذه الأجهزة لفحص المعادن ووصلات **اللحام** فى الأماكن التي يصعب الوصول إليها، وكذلك في فحص خطوط أنابيب النفط والغاز والخزانات.

وعندما يستلزم الأمر فحص **الصلب** الذي تزيد سماكته على (٧٠مم) فيجب الحصول على أشعة X بأستطاعة كبيرة من المسرِّعات الخطية ومن الميكروترونات والبيتاترونات، وهذه الأجهزة تولد أشعة X بكثافة وحساسية أكبر للفحص ويكون زمن الفحص أقل- وتُستخدم الصفائح التصويرية الإشعاعية بحواجز أو بدون حواجز، وتخصص مختلف مستويات الحساسية للصفائح لأهداف محددة، فمثلاً تستخدم أشعة لكشف العيوب ذات البعد الأصغر، وغيرها لكشف العيوب العميقة.

تقنية الفحص الإشعاعي :

يتم أختيار نوع الإشعاع تبعاً لسماكة المعدن المراد فحصه، وأهمية المنتجات ذات العلاقة، والأنواع المتوافره من مصادر الإشعاع - فمثلاً عند فحص المنتجات التي يمكن أن تكون فيها عيوب ذات أبعاد كبيرة، يُفضل أستخدام النظائر المشعة (أشعة جاما) وتكون الحساسية النسبية للنظائر المشعة (٤٪) ويعني ذلك أنه يمكن إظهار عيب إرتفاعه (٤مم) في لوح سُمكه (١٠٠مم)، وتتمتع الأنواع المختلفة من النظائر المشعة بحساسية نسبية مختلفة ويتم التحضير للتصوير بإختيار صفيحة التصوير بأشعة X بموجب جداول ومخططات بيانية **كما هو موضح بالشكل التالى**.



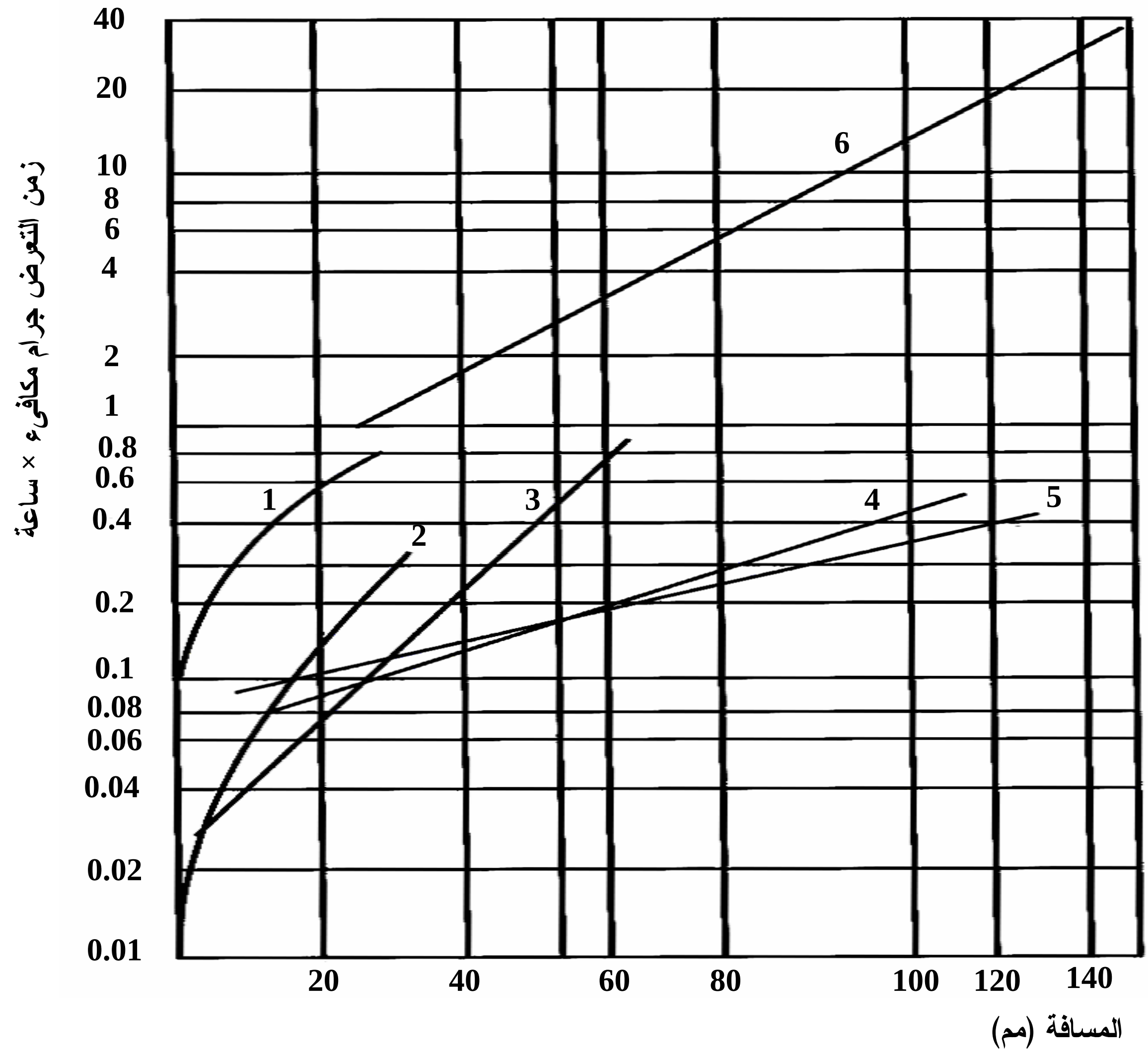
مخططات إستخدام أشعة جاما فى فحص المسبُوكات

أما في الإختبار المُعتمد على أشعة جاما فيستعان بمخططات بيانية معيارية لتحديد زمن التعرض للإشعاع والمسافة بين مصدر الإشعاع ونوعيــة الــصفيحة التــصويرية الحساسة.

الطرق الحديثة لكشف العيوب بالإشعاع :

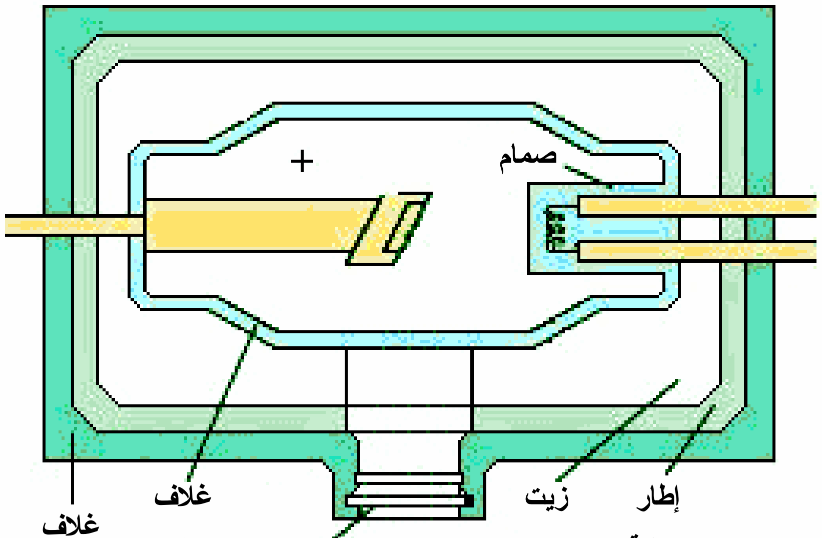
تُعد طريقة التصوير الجاف بأشعة X والكشف الداخلى التلفزيونى من الطرق الحديثة لكشف العيوب في المعادن بواسطة الإشعاع.

وينحصر مبدأ التصوير الجاف بأشعة X بكشف العيوب بأستعمال رقائق من **الصلب** أو خلائط الألمنيوم تُطلى سطوحها بطبقة من مادة جيدة التوصيل (السيلينيوم)، وتُشحن الرقائق مسبقاً – وتحت تأثير أشعة X أو جاما، تُفقد الرقائق الشحنات الكهربائية، وتصبح الشحنة المتبقية ضعيفة كلما أزدادت شدة الإشعاعات.



شكل يوضح مدة تعريض السطح لأشعة جاما

أما طريقة الكشف الداخلى التلفزيونى فتعتمد على إظهــار الأجـسام المعــدة للإختبــار والمعرضه للأشعة على شاشة التلفزيون، وتظهر عندئــذ أبعــاد العيــوب وأشــكالها، وتُستخدم عادةً (أشعه X) وتقوم الأنابيب المهبطيه والمحولات الإلكترونية والبــصرية وغيرها بتحويل الإشعاعات، بعد عبورها القطعة المراد فحصها، إلــى أشــعه مرئيــة. وبعض هذه التجهيزات قادرةً على كشف العيوب فى سطوح معدنية حتى سمك (٧٠مم) وبحساسية (٣ : ٤٪) وبسرعة مسح مقدارها(١,٥مم/ دقيقة) ويُستخدم صمام التصوير التلفزيونى بأشعة X لفحص الصلب مثلاً، إلى جانب أجهزة الكشف الداخلي بأشــعة X ومن هذه الأجهزة المنظومة التلفزيونية المتضمنة صماماً رونتجنياً، وتُحــوّل الــصورة الرونتجنية مباشرةً إلى إشارة مرئية يمكن نقلها فى وحدة إتصال إلى أنبوب الأستقبال التلفزيونى.



رسم توضيحى مبسط لأنبوبة شعاع x

التجربة السابعة : الاختبارات المغناطيسية

تُستخدم هذه الطريقة لفحص المسبُوكات الحديدية المغناطيسية لإكتشاف عيوب الأسطح غير المرئية أو العيوب التى توجد تحت السطح بقليل.
ويتم ذلك بمغنطة الجسم ووضع الجسيمات المغناطيسية على سطح المسبُوك. وعندما يمر تيار أو جهد ممغنط فى المعدن تتكون مجالات مغناطيسية وتوجد عند مواضع العيوب تأثيرات قطبية تجعل الجسيمات المغناطسية تصطف حول مكان العيب ويمكن اللإستدلال على وجود الفيض المغناطيسى عندما تخطط الجسيمات المغناطيسية نفسها بشكل مميز فى المجال المغناطيسى.
وقد يكون جهاز المغنطة من النوع المتنقل الذى يحتوى على أقطاب يمكن وضعها على المسبُوك فى أى مكان فى حالة المسبُوكات كبيرة الحجم أما الأجهزة الثابتة فلا تنتقل من مكانها وتحتوى على أقطاب ثابتة تُوصل بالمسبُوك وتتم المغنطة بإستخدام جهد منخفض وتيارعالى.

الهدف من التجربة :

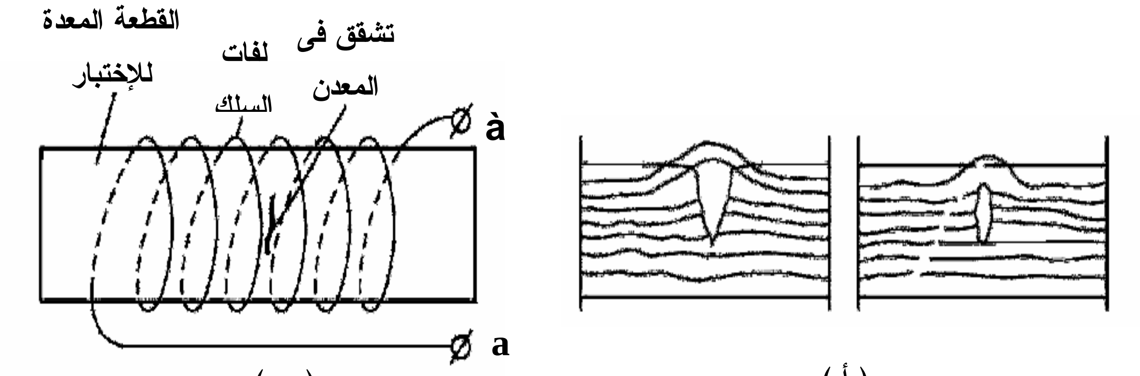
تدريب الطالب على كيفية الكشف عن العيوب الداخلية للمسبُوكات بإستخدام المجال المغناطيسى.

خطوات الفحص :

١- تنظيف الأسطح.
٢- ترش بودرة الحبيبات المغناطيسية.
٣- تطبيق المجال المغناطيسى.
٤- تتجمع حبيبات البودرة على حدود العيوب السطحية والعيوب التى تحت سطح المنتج.
٥- إزالةالمجال المغناطيسى.
٦- فحص السطح.

يُعتمد فحص المعدن مغناطيسياً على إظهار مجالات التشتت عند مرور خطوط القوة المغناطيسية فى أماكن وجود العيوب، فإذا وضع مسحوق حديدى مغناطيسى على سطح المعدن، يتجمع المسحوق فوق مكان العيب على هيئة طيف موجه بإنتظام.
ينفُذ التمغنط بإمرار التيار فى القطعة المراد فحصها وبتوليد مجال مغناطيسى حولَ القطعة تحت تأثير مغناطيس طبيعى أو مغناطيس كهربائى، ويتحدد عدم إنتظام المجال

المغناطيسى بالحساس الذى يتمثل هنا بالمسحوق المغناطيسى، وهو الذى يبين موقع العيب وإمتداده بالقطعة. والطرق الملائمة لإحداث تدفق مغناطيسى هى إمرار تيار مستمر كثافته (١٥: ٢٠) أمبير/مم٣ فى لفات السلك الملفوف من ثلاث إلى ست لفات على القطعة المراد فحصها، ويمكن بمساعدة المسحوق المغناطيسى إظهار أى عيوب داخلية مهما كانت، ويُستخدم هذا النوع من الإختبار لكشف الشقوق الداخلية، وإنفصال المعدن إلى طبقات وكذلك كشف التجاويف الغازية الكبيرة، والمسامية والتكونات الخبثية الداخلية **كما هو موضح بالشكل التالى:**



(أ) (ب)

يبين مرور الفيض المغناطيسى على قطعة معدنية معدة لإختبار وجود عيب فيها

مغنطة قطعة معدنية بمرور تيار كهربائى فى الملف (a à)

الشكل يوضح أختبار المسبُوك بالفحص المغناطيسى

وهناك طريقتان للفحص بمساعدة المسحوق المغناطيسى:

الطريقة الجافة والطريقة الرطبة.

ففي الطريقة الأولى، يكون المسحوق (برادة الحديد جافاً)،وفى الطريقة الثانية يكون المسحوق المغناطيسى معلقاً فى السائل (كيروسين، محلول الصابون، ماء).

ويمكن بالطريقة الجافة، كشف العيوب السطحية والداخلية فى حين يفضل كشف العيوب السطحية بالطريقة الرطبة.

وتُستخدم أيضاً طريقة تسجيل التغيرات المغناطيسية على شريط مغناطيسى لفحص المعادن وخلائطها، وتعتمد هذه الطريقة على تسجيل مجالات التشتت التي تتولد فوق العيوب، على شريط مغناطيسى ثم أستعادتها بكاشف مغناطيسى، وتُتبع هذه الطريقة، فى فحص الأنابيب ووصلاتها،والهياكل المصنوعة من ألواح معدنية سمكها يتراوح بين (٤ : ٦ مم).

أسئلة على المعمل

١- أذكر الطرق المختلفة للتفتيش البصرى عن عيوب المسبُوكات ؟

٢- تناول بالشرح أنواع الإختبارات الميكانيكية التى تُجرى على المسبُوكات ؟

٣- أذكر الغرض من أختبار الشد – أختبار الصلاده ؟

٤- وضح بالرسم جهاز الكشف عن عيوب المسبُوكات بالموجات فوق الصوتية؟

٥- أشرح مع الرسم الإختبار بأشعة x وأشعة جاما ؟

٦- تناول بالذكر خطوات الإختبارات المغناطيسية ؟

المراجـع العلميـة

المراجع العربية :

١- مبادىء صب المعادن – تأليف ريتشارد وهاين . فليب . ك . روزنتال ترجمة الـدكتور محمد صلاح الدين المهدى.

مراجعة الدكتور كامل إسكندر – دار النهضة العربية القاهرة ١٩٥٥م

٢- إدارة الورش فى سباكة المعادن للمدارس الصناعية – تأليف م/ محمد أحمـد موسـى – م/ حلمى حافظ إبراهيم – م/ عطية محمد حسن – القاهرة ١٩٨٢م

٣- معدات صناعة سباكة المعادن للمدارس الصناعية تأليف د.م/ مصطفى محمد سويدان – م/ مصطفى عبد المعبود زعفان – م/ على محمد رأفت مراجعة د. م/ عبد المنعم عبد الحى همام – القاهرة ١٩٩٢م

٤- تكنولوجيا السباكة – إعداد د. م/ حامد محمود أبو العنين كلية الهندسة جامعة المنيا ٢٠٠٦م

٥- الميتالورجيا الفزيائية – د/ أحمد سالم الصباغ – عالم الكتب القاهرة.

٦- المدخل إلى هندسة الإنتاج د/ أحمد سالم الصباغ عالم الكتب القاهرة ١٩٧٥م

٧- التمارين العملية فى أشغال الورش أ. د. م/ محمد نجيب الشيخ – بنى سويف ٢٠٠٤م